Aus der Frauenklinik der Universität Tübingen
Geschäftsführender Direktor: Professor Dr. H. A. Hirsch

UNTERSUCHUNGEN ZUR KLINISCHEN AUSSAGEKRAFT DER POSTPARTALEN HERZFREQUENZ

INAUGURAL–DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
PETER GIEREN
aus Coburg

1978

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41523712_0053

Aus der Frauenklinik der Universität Tübingen
Geschäftsführender Direktor: Professor Dr. H. A. Hirsch

UNTERSUCHUNGEN ZUR KLINISCHEN AUSSAGEKRAFT DER POSTPARTALEN HERZFREQUENZ

INAUGURAL–DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard–Karls–Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
PETER GIEREN
aus Coburg

1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. H.–E. Hoffmeister
1. Berichterstatter: Privatdozent Dr. V. M. Roemer
(Professor Dr. H. A. Hirseh)
2. Berichterstatter: Professor Dr. H. Mentzel

Gedruckt bei Fa. H.–J. Köhler, Reprografischer Betrieb, Neue Straße 11, 7400 Tübingen

M E I N E R B R A U T

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
I.	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	7
II.	PATIENTENGUT UND METHODIK	9
	A. Patientengut	9
	B. Methodik der postpartalen Herzfrequenzregistrierung	10
	C. Statistik	15
III.	ERGEBNISSE	17
	A. Spezifizierung der Oszillationstypen	17
	B. Veränderung der Herzfrequenz durch endotracheales Absaugen, Baden und Schreien des Neonaten	24
	C. Herzfrequenz-, Oszillationsfrequenz- und Bandbreitenanalyse in den ersten 20 Minuten post partum	28
	D. Blutgaswerte der Neonaten	37
	E. Rangkorrelationsanalyse der untersuchten Variablen und Regressionsanalyse	39
IV.	DISKUSSION	52
V.	ZUSAMMENFASSUNG	58
VI.	LITERATURVERZEICHNIS	60

I. EINLEITUNG

Die hier vorgelegte Untersuchung über die postpartale Herzfrequenz des Neugeborenen versucht unseren Wissensstand, insbesondere im Hinblick auf den diagnostischen Wert dieses Parameters, zu ergänzen. Die Herzfrequenz des Neonaten kann unmittelbar post partum mit einfachen Mitteln kontinuierlich registriert, auf einen Monitor übertragen und so kontrolliert werden. Mehrere Autoren (7, 12, 20, 24, 31) haben auf die Bedeutung einer kontinuierlichen Überwachung der postpartalen Herzfrequenz hingewiesen. Insbesondere SALING (31) hat auf die Kardiotachometrie post partum (als Ergänzung zum "Apgar-scoring" und zu seiner eigenen Zustandsdiagnostik) aufmerksam gemacht. In diesem Zusammenhang wurde von verschiedenen Autoren (20, 22, 23) festgestellt, daß die von HAMMACHER (13, 15) erstmals beschriebenen Oszillationstypen auch bei der postpartalen Herzfrequenz beobachtet werden können. Auch hier gilt der silente Oszillationstyp als ein diagnostisches Alarmsignal.

ROEMER konnte in verschiedenen Arbeiten (26, 27, 28) zeigen, daß die Herzfrequenz innerhalb der Apgarzahl eine relativ unglückliche Rolle spielt, da die neonatale Herzfrequenz erst bei schwersten Depressionszuständen unter 100 abzusinken pflegt. Zwischen Apgar 10 und Apgar 4 zeigen die Neonaten mehrheitlich ein normales Frequenzverhalten. Dies hat zur Folge, daß das diagnostische Potential der Variablen Herzfrequenz erst bei schweren neonatalen Depressionszuständen voll ausgeschöpft werden kann. Andererseits erlaubt gerade diese Variable eine Beurteilung des Reanimationserfolges: kann bei einem schwer asphyktischen Neonaten mit ausgeprägter, anhaltender Bradykardie die Herzfrequenz durch Sauerstoffgabe in den Normbereich zurückgebracht werden, so ist dies in der Regel

ein günstiges Zeichen (1). Nicht selten wird im Anschluß an die Wiederherstellung der Normokardie eine reaktive Tachykardie beobachtet. Aus den Arbeiten von RÜTTGERS und ROEMER (26, 27, 28, 30) kann der Schluß gezogen werden, daß die Herzfrequenzbewertung 60 Sekunden post partum, wie sie von Virginia APGAR 1953 (3) vorgeschlagen wurde, insofern ungünstig ist, als aus bisher unbekannten Gründen das Frequenzniveau besonders schlecht mit dem Status praesens korreliert ist. In der vorliegenden Studie sollte daher untersucht werden, ob es in der frühen Postpartalperiode andere Zeitpunkte gibt, in denen das neonatale Frequenzniveau besser mit dem Status praesens assoziiert ist. Untersuchungen von BERG (4, 5) über den Einstrom von Laktat aus der Gewebsperipherie des Neonaten in der frühen Postpartalperiode ließen vermuten, daß das Maximum der Adaptationsbelastung ca. 5 - 8 Minuten post partum liegt.

Das Verhalten der postpartalen Herzfrequenz muß mit dem intrapartalen CTG, mit dem Geburtsmodus und der Art und Menge der Medikamente vor und während der Geburt zusammen gesehen werden.

II. PATIENTENGUT UND METHODIK

A. Patientengut

Die postpartale Herzfrequenzregistrierung wurde bei 74 Neugeborenen durchgeführt. Eine Auswahl nach irgendwelchen klinischen Gesichtspunkten fand nicht statt. 40 dieser Registrierungen wurden von Dr. V. M. ROEMER teilweise zusammen mit dem Autor und 34 von dem Autor selbständig durchgeführt. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die klinischen Daten dieses Kollektivs.

KLINISCHE DATEN

VARIABLE		N	%
GEBURT	spontan	56	76
	VE	6	8
	Forceps	12	16
FW	klar	58	78
	leicht Mek.haltig	10	14
	stark Mek.haltig	6	8
APGAR 1. Min.	1 - 3	4	6
	4 - 6	3	4
	7 - 10	67	90
MEDIKATION SUB PARTU	keine Med.	24	32
	Narkosen	8	10
	Dolantin	19	26
	Dolantin + Atosil	10	14
	Periduralanaesth.	10	14
	Andere	3	4

Tab. 1 Klinische Daten der 74 untersuchten Neonaten
FW = Fruchtwasser; VE = Vacuumextraktion

8 % der Neugeborenen hatten ein Geburtsgewicht zwischen 2500 und 3000 g, 76 % wogen zwischen 3000 und 3500 g und 16 % über 3500 g.

Das Patientengut dieser Arbeit wurde, wie schon erwähnt, keiner vorherigen Selektionierung unterzogen. Es stellt auf Grund der geringen Fallzahl kein repräsentatives Kollektiv dar. Trotz der relativ kleinen Anzahl an untersuchten Neonaten lassen sich jedoch klinisch verwertbare Daten aufzeigen, die auf einen größeren Patientenkreis übertragen werden können.

B. Methodik der postpartalen Herzfrequenzregistrierung

Unmittelbar nach vollständiger Geburt des Kindes wurden dem Neugeborenen drei handschellenförmig ausgebildete Elektroden an die beiden Handgelenke und ein Fußgelenk angelegt. Auf diese Weise konnte das neonatale EKG schon wenige Sekunden post partum über die Standardableitungen nach Einthoven registriert und einem Cardiotokographen eingegeben werden. Dieses Gerät berechnet aus den Abständen der R-Zacken des neonatalen EKG's die Herzfrequenz und schreibt diese beat-to-beat mit einer Papiergeschwindigkeit von 2 cm pro Minute nieder. Wesentlich dabei war, daß die Zeitachse nicht verloren ging: zu diesem Zweck wurde unmittelbar nach der Geburt des Kindes eine eindeutige Markierung als Nullpunkt, d.h. als Geburtszeitpunkt auf dem CTG-Papier angebracht. Die Elektroden sind von ROEMER angegeben und in Basel angefertigt worden. (Abb. 1, Abb. 2, Abb. 3a und Abb. 3b).

Der Vorteil dieser postpartalen Herzfrequenzregistrierung liegt in der großen Handlichkeit und der geringen Störanfälligkeit. Der Neonat wird durch die mit mildem Druck an den Handgelenken und dem Fußgelenk fixierten Elektroden in keiner Weise behindert. Es hat sich als

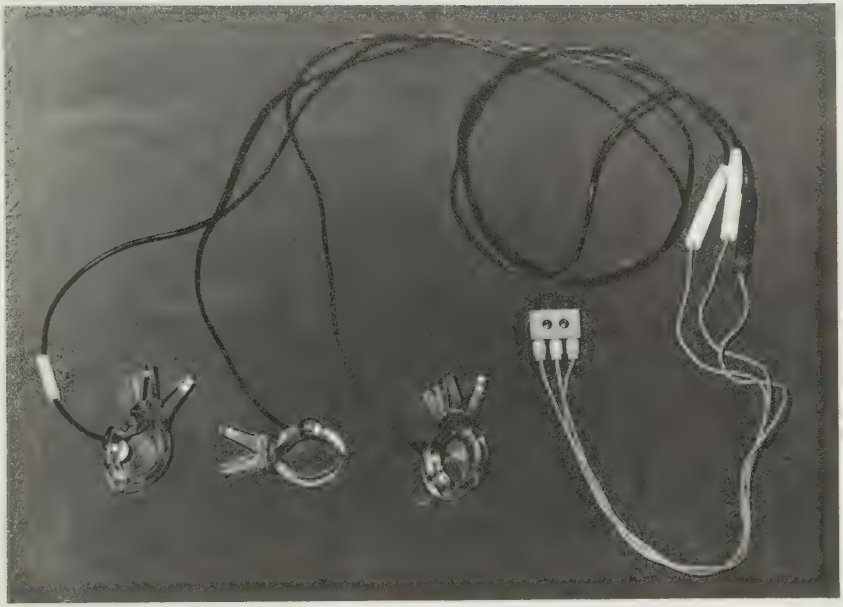

Abb. 1 Handschellenelektrode nach ROEMER

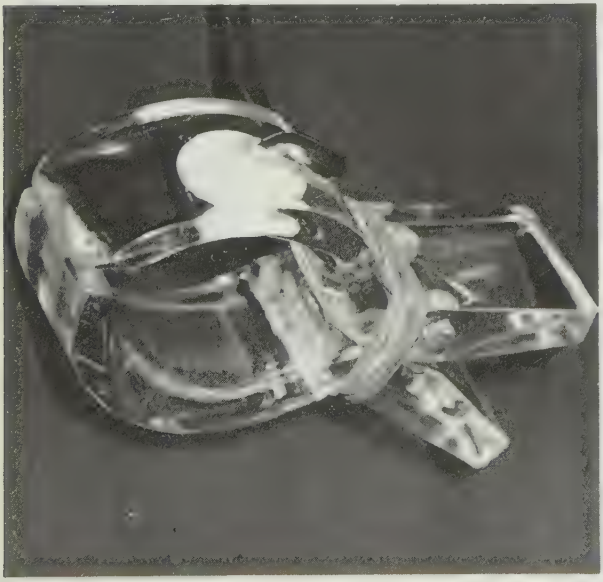

Abb. 2
Handschelle mit eingelassener Silber-Metallelektrode. Der Druck auf die neonatale Extremität wird durch einen seitlich angebrachten Gummizug erzeugt; er kann in seiner Stärke variiert werden.

Abb. 3a Meßelektroden am Neonaten angebracht, unmittelbar post partum

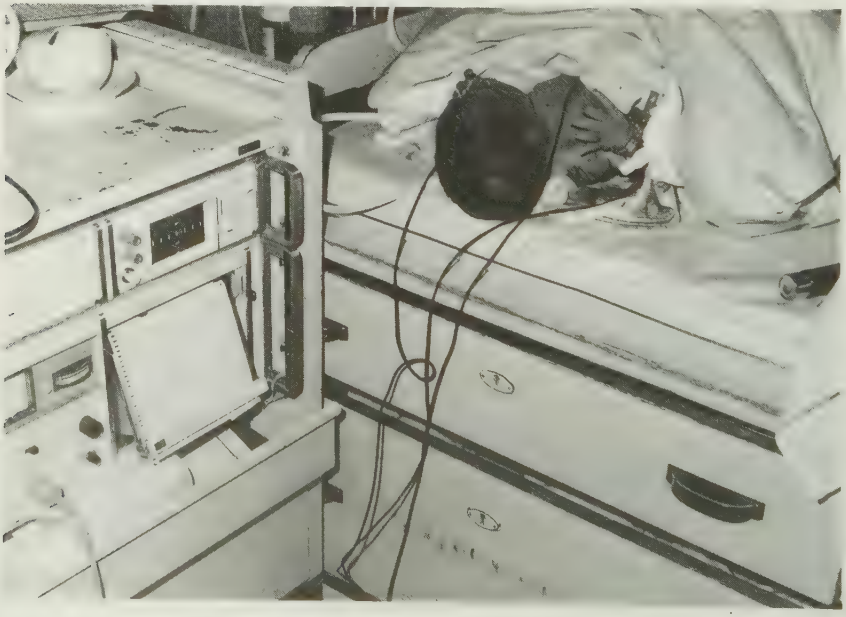

Abb. 3b Neonatale Herzfrequenzregistrierung mit dem Cardiotokographen

vorteilhaft erwiesen, die in den Kunststoff eingelassenen Silberelektroden vorher mit Redux-Creme (Hewlett & Packard) zu überstreichen. Auch geringe Mengen von vernix caseosa haben einen starken Isolationseffekt. Aus diesem Grunde ist es vorteilhaft, bei Frühgeburten die Hauptmenge der Käseschmiere vor Anlegen der Elektroden zu entfernen bzw. bei liegenden Elektroden jeweils eine der drei Berührungsstellen der Reihe nach zu säubern. Das Anbringen dieser "Handschellenelektroden" war durchschnittlich 5 Sekunden post partum abgeschlossen. Da uns die ersten Lebensminuten, also die postpartale Adaptationsphase besonders interessierte, dehnten wir die Messungen nur auf 20 Minuten aus. Für längere Meßzeiträume sind die Handschellenelektroden nicht geeignet, da trotz des milden Druckes eine venöse Stauung an den Händchen und dem Fuß nicht völlig zu umgehen ist. Für Langzeitmessungen sind daher an der Thoraxwand angebrachte Klebeelektroden von Vorteil. Innerhalb der Registrierdauer wurden die Kinder endotracheal abgesaugt, erhielten Augentropfen und wurden mit ihrem Namensschild versehen. Sie wurden gewaschen, gebadet, gemessen, gewogen und erhielten einen Nabelverband. Anschließend wurden sie in ein mit einem Heizgerät vorgewärmtes (37°C) Bettchen gelegt. Sämtliche Reanimationsmaßnahmen, einschließlich der Laryngoskopie mit Intubation etc., wurden ggf. bei liegenden Elektroden vorgenommen.

Aus einem abgetrennten Teilstück der Nabelschnur wurde aus der arteria und der vena umbilicalis mit einer Spritze Blut entnommen. Das Blut wurde durch Zugabe von Spuren von Natriumheparinat ungerinnbar gemacht. Die Blutentnahmen wurden ca. 3 Minuten post partum durchgeführt. Es erfolgten Messungen des aktuellen p_H-Wertes gemeinsam mit anderen Variablen des Säure-Basen-Haushaltes mit Hilfe des ABL 2 (Radiometer Kopenhagen). Die Auswertung der

postpartalen Cardiotokogramme erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten: von jeder registrierten CTG-Minute wurde die Bandbreite in Schlägen pro Minute und die makroskopisch erkennbare Anzahl der Oszillationen abgelesen. Bei der Registrierung der Oszillationen wurde nicht eine ganze Sinusschwingung, d.h. die Folge von Hoch- und Tiefpunkt, sondern es wurde die Sequenz der erkennbaren Hoch- und Tiefpunkte des neonatalen Cardiotokogrammes pro Minute ausgezählt. Ferner wurde die mittlere Höhe der Herzfrequenz pro Minute geschätzt. Anhand von Abb. 4 soll die beschriebene Auswertungsmethode nochmals verdeutlicht werden.

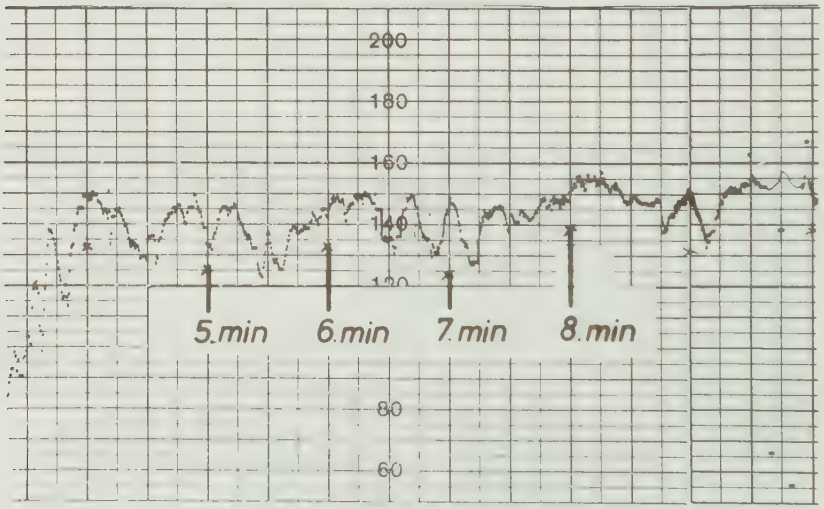

Abb. 4 Beispiel für ein postpartales CTG zwischen der 4. und 10. Lebensminute

Folgende Werte lassen sich zwischen der 6. und 7. Lebensminute des Neonaten im vorliegenden Cardiotachogramm (Abb. 4) auszählen:

Herzfrequenz HFQ	=	142 Schläge/min
Zahl d. Oszillationen OSZ	=	7 OSZ/min
Bandbreite BB	=	10 mm
		(1 mm ≙ 2 Schläge/min)

Die so gewonnenen Daten der ersten 20 Lebensminuten der Neugeborenen wurden auf Lochbelege übertragen und zusammen mit den klinischen Daten der Neonaten auf je 2 Lochkarten abgelocht.

C. Statistik

Die statistischen Analysen wurden komputerintern auf einer IBM/ 370 - 135 durchgeführt. Die Programmsysteme wurden von Herrn Privatdozent Dr. V. M. ROEMER zur Verfügung gestellt und für die Fragestellung adaptiert. Folgende statistische Parameter wurden berechnet:

1. Mittelwerte mit Standardabweichung
2. Konfidenzbereiche der errechneten Mittelwerte. Hier interessierte vor allem der 95 %ige Konfidenzbereich. Der 90- und 99 %ige Konfidenzbereich wurden mitberechnet, in dieser Studie jedoch aus Gründen der Übersicht nicht angegeben.

Weiterhin wurden von allen Variablen prozentuale Häufigkeitsverteilungen und kumulativ prozentuale Häufigkeitsverteilungen erstellt. Alle Variablen wurden mit dem Kolmogorov-Smirnov-Einstichprobentest untersucht, wobei die Nullhypothese lautet: H_o = Normalverteilung. Für einige Variablen wurden auch Percentile berechnet, soweit dies notwendig erschien. Für die Korrelationsanalyse verwendeten wir bewußt den nichtparametrischen Rangkorrela-

tionskoeffizienten (τ) nach KENDALL. Die Signifikanzprüfung erfolgte über den z-Wert der standardisierten Normalverteilung. Um die Abhängigkeit einzelner Variablen auch dynamisch sichtbar zu machen, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Obwohl es sich bei den zu untersuchenden Parametern mehrheitlich um nicht normal verteilte Variablen handelte, erschien uns eine Regressionsanalyse aus klinisch-empirischer Sicht sinnvoll. Den Daten wurde jeweils eine Funktion ersten und zweiten Grades angepaßt.

III. ERGEBNISSE

A. Spezifizierung der Oszillationstypen

In den untersuchten 74 Herzfrequenzaufzeichnungen post partum kamen alle 4 Oszillationstypen, die HAMMACHER in seinen wissenschaftlichen Arbeiten beschrieben hat (13, 15), vor. Zur Veranschaulichung dieser Oszillationstypen sollen einige Beispiele von Beobachtungen in dieser Studie wiedergegeben werden.

1. Der silente Oszillationstyp nach HAMMACHER (Abb. 5)

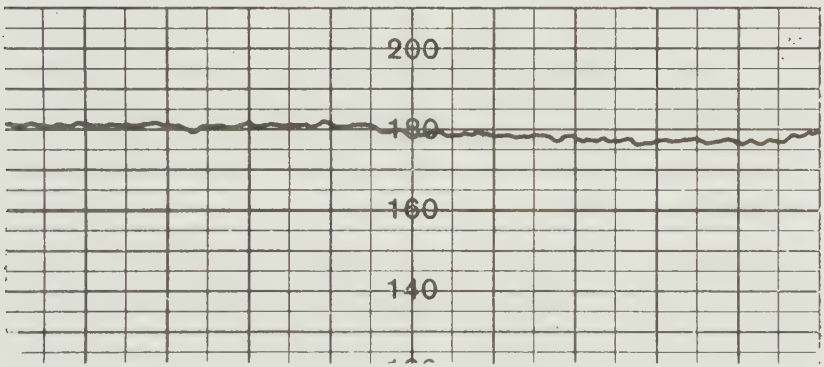

Abb. 5 Silentes Oszillationsmuster

Der silente Oszillationstyp zeichnet sich durch eine Bandbreite aus, die bei fünf und weniger Schlägen pro Minute liegt. Man kann diesen Oszillationstypus auf eine "Leistungs- und Kompensationsunfähigkeit des kindlichen Herzens" (22) zurückführen. Nach HAMMACHER (13, 15) ist der silente Oszillationstyp mehrheitlich Folge einer chronischen Hypoxie mit konsekutiver Azidose und/oder Ausdruck einer (z.B. medikamentös) eingeschränkten fetalen Vitalität. Silente Oszillationen wechselten in den Herzfrequenzaufzeichnungen, die dieser Arbeit zugrunde liegen, meist nach einer Maximaldauer von etwa 5 Minuten in den eingeschränkt undulatorischen Oszillationstyp über. Bei dem hier abgebildeten Fall zeigt sich eine noch deutliche Tachykardie mit einer Basalfrequenz von etwa 185 Schlägen/min. Der Geburtsverlauf dauerte im erwähnten Beispiel 8 Stunden, der Apgar-Wert nach 1 Minute war 5 und es erfolgte eine Vakuumextraktion in Periduralanästhesie. Der p_H-Wert in der Nabelarterie betrug 7,160.

2. Der eingeschränkt undulatorische Oszillationstyp nach HAMMACHER (Abb. 6).

Dieser Oszillationstypus wird bei einem Frequenzband, das bei etwa 15 Schlägen/min liegt, beobachtet. Er kommt häufig vor und wird gemeinsam mit dem rein undulatorischen Oszillationstyp als physiologisch angesehen (20, 23). Herzfrequenzmuster dieses Typs wurden in der vorliegenden Studie häufig gesehen, nachdem das Neugeborene in das vorgewärmte Bett gelegt worden war. Der Neonat war wach aber passiv. In Abb. 6 beobachtet man eine Basalfrequenz von 140 Schlägen/min, die nach PLESSE (23) einem Normalwert etwa nach der 13. Minute post partum entspricht.

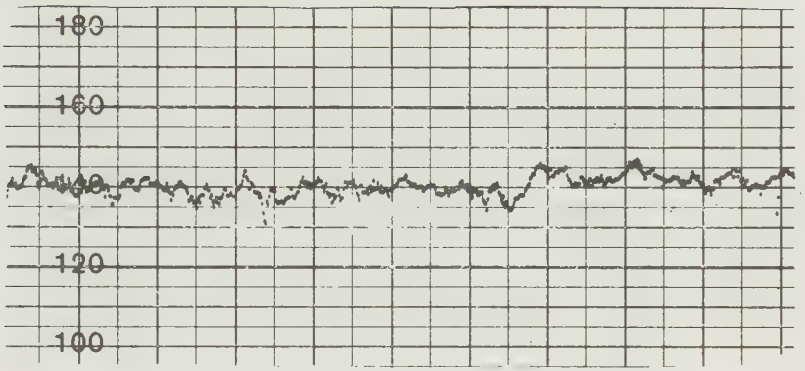

Abb. 6 Eingeschränkt undulatorische Oszillationen

3. Der undulatorische Oszillationstyp nach HAMMACHER (Abb. 7)

Hier findet sich ein Frequenzband von ca. 10 - 25 Schlägen/min. Wie schon erwähnt, gilt dieser Oszillationstyp als physiologisch; er wurde in dieser Studie in den 74 Herzfrequenzaufzeichnungen am häufigsten angetroffen. Kinder, die diese Oszillationen zeigten, waren wach und aktiv. Die Basalfrequenz in Abb. 7 liegt zwischen 150 - 155 Schlägen/min.

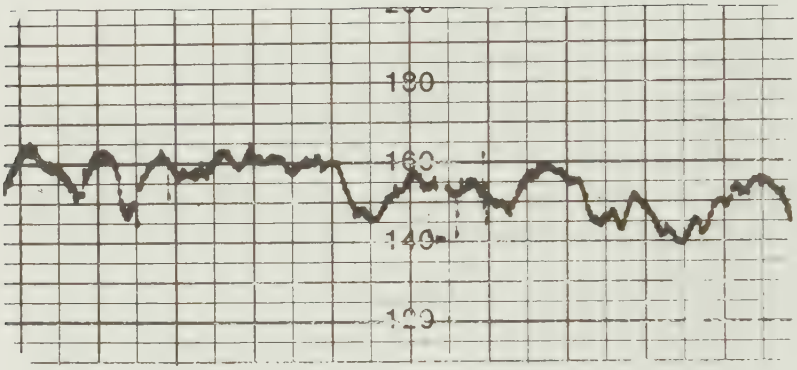

Abb. 7 Rein undulatorische Oszillationen

4. Der saltatorische Oszillationstyp nach HAMMACHER (Abb. 8)

Die Bandbreite des saltatorischen Oszillationstyps liegt bei 25 Schlägen/min und mehr. Dieses Herzfrequenzbild zeigt nach eigenen Beobachtungen oft eine lebhafte Aktivität (Strampeln, Schreien) des Neonaten an. Den saltatorischen Oszillationstyp beobachtet man daher vor allem in den ersten Lebensminuten des Kindes. In der gezeigten Abbildung liegt die Basalfrequenz bei ca. 150 Schlägen/min.

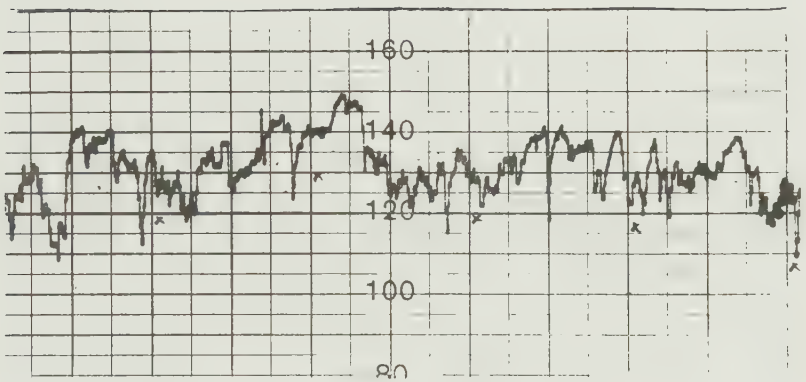

Abb. 8 Saltatorische Oszillationen

5. Das Auftreten sogenannter Spikes oder Dip_o nach HAMMACHER

In den Herzfrequenzmustern, die für diese Studie angefertigt wurden, beobachtet man häufiger sogenannte "Spikes" (23). HAMMACHER spricht in diesen Fällen von "Dip_o" (13). Hier wird ein wenige Sekunden anhaltender Herzfrequenzabfall, der 20 - 60 Schläge/min betragen kann (23), beschrieben. Auf diese Spikes geht PLESSE (23) in seinen Untersuchungen näher ein: Er findet diese Herzfrequenzveränderungen in mehr als 50 % seiner beobachteten Neugeborenen. Die Häufigkeit dieser Spikes nimmt bei ihm in den ersten Lebensminuten bis zum Erreichen einer stabilen Herzfrequenz (etwa ab der 13. Lebensminute) zu (23). Nach PLESSE (23) scheint den Spikes keine pathologische Bedeutung beigemessen werden zu können. Seiner Ansicht nach handelt es sich vielmehr um einen Einpendelungsvorgang

auf eine stabile Herzfrequenz. In unseren Untersuchungen wurden Spikes in etwa 40 % der Fälle beobachtet (Abb. 9).

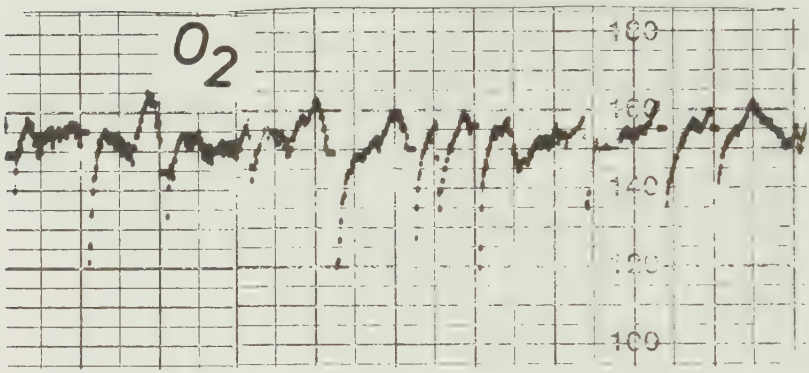

Abb. 9 Dip_o oder Spikes

Die obige Abbildung zeigt ein typisches Beispiel für die beschriebenen Spikes. Der Herzfrequenzabfall liegt hier teilweise bei 35 Schlägen. Die Dauer dieser Dip_o beträgt etwa 3 Sekunden bei einer Basalfrequenz von ca. 150 - 155 Schlägen/min. Im gezeigten Fall traten die Spikes bis zu viermal in der Minute auf. Da sich bei diesem untersuchten Neonaten eine periphere Cyanose zeigte, wurde das Kind mit der Maske beatmet.

6. Dezelerationen

In drei von 74 im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Neonaten wurden im Herzfrequenzmuster Dezelerationen gefunden. Darunter versteht man einen Herzfrequenzabfall, der bei 40 - 80 Schlägen liegt und länger als eine halbe Mi-

nute andauert (22). Meist findet sich ein solcher Herzfrequenzabfall in den ersten Minuten post partum. Die Ursachen solcher Dezelerationen können vielfältig sein. So werden beispielsweise die Gabe starker Sedativa an die Gebärende (7), späte Dezelerationen des Feten (7), eine protrahierte Geburt (meist über 8 Stunden) (7), Mekonium im Fruchtwasser (7) und iatrogen das endotracheale Absaugen (11) als Gründe angesehen. Im vorliegenden Beispiel (Abb. 10) wurde das Kind mit Apgar 6 geboren, das Fruchtwasser war klar und der p_H-Wert der Nabelarterie betrug 7,200. Das Gewicht des Neonaten war 3540 g, es lag eine

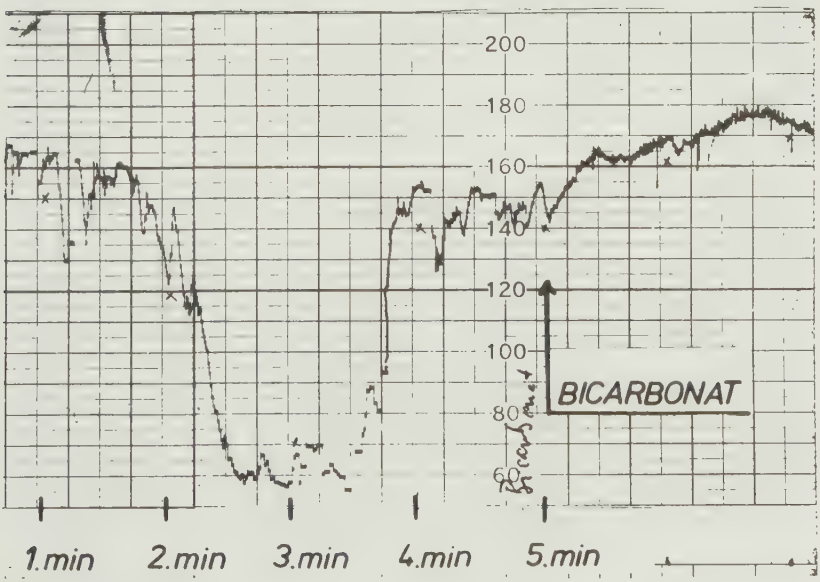

Abb. 10 Dezeleration zwischen der 2. und 3. Lebensminute

Nabelschnurkomplikation vor und die Geburt erfolgte in Narkose per forcipem. Leicht erniedrigter p_H-Wert der Nabelarterie, Narkose und Nabelschnurkomplikation scheinen hier gemeinsam diese Dezelerationen ausgelöst zu haben. Da im Beispiel nach der Dezeleration eine Atemdepression auftrat, wurde ein Glucose-Bicarbonat-Puffer injiziert. In Abbildung 10 dauert die Dezeleration 1,5 Minuten. Sie beginnt am Ende der 2. Lebensminute des Neonaten mit einem Herzfrequenzabfall von etwa 80 Schlägen. Eine Stabilisierung der Herzfrequenz kann wieder nach der 4. postpartalen Minute beobachtet werden.

B. Veränderung der Herzfrequenz durch endotracheales Absaugen, Baden und Schreien des Neonaten

Während der Aufzeichnung der Herzfrequenz wurde die Erstversorgung der Neonaten durch den Paediater, den Gynäkologen und die Hebamme durchgeführt. Durch diese Manipulationen änderten sich die Herzfrequenzmuster in folgender Weise:

1. Stabilisierung der Herzfrequenz nach dem endotrachealen Absaugen des Neugeborenen (Abb. 11)

Im gezeigten Beispiel wurde während der 4. und 5. Lebensminute des Neugeborenen endotracheal abgesaugt. Die unruhige Herzfrequenz des saltatorischen Typs geht am Ende der 5. Lebensminute in den physiologischen undulatorischen Typ und später sogar in den eingeschränkt undulatorischen Typ über. Man beobachtet in Abb. 11 also eine deutliche "Stabilisierung" im Oszillationstyp der Herzfrequenz nach dem Freisaugen der Atemwege.

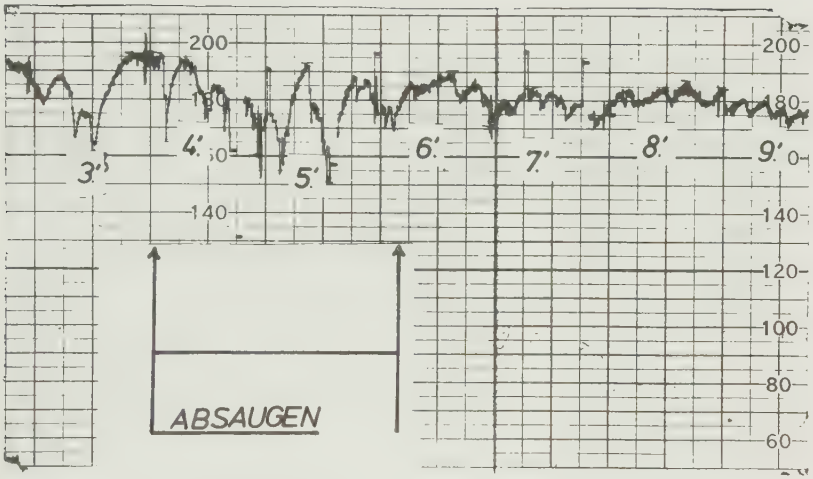

Abb. 11 Endotracheales Absaugen

2. Herzfrequenzbeeinflussung des Neonaten im Bad (Abb. 12)

Während des Badens erhöhte sich meist die basale Herzfrequenz des Neugeborenen. Der Neonat wurde im gezeigten Beispiel 8 Minuten post partum bei einer Wassertemperatur von 38°C gebadet. Wie man an der Aufzeichnung der Herzfrequenz deutlich erkennt, wurde die Ableitung des neonatalen EKG's über die Handschellenelektroden durch den Wasserzutritt nur wenig gestört (leichtes Auftreten von Störimpulsen). Man erkennt auf dem abgebildeten Herzfrequenzmuster vor der 8. Lebensminute einen undulatorischen Oszillationstyp mit dem Auftreten von Spikes, wobei die Basalfrequenz in diesem Zeitraum bei 155 - 160 Schlägen/min liegt. Während des Bades steigt dieser Basalfre-

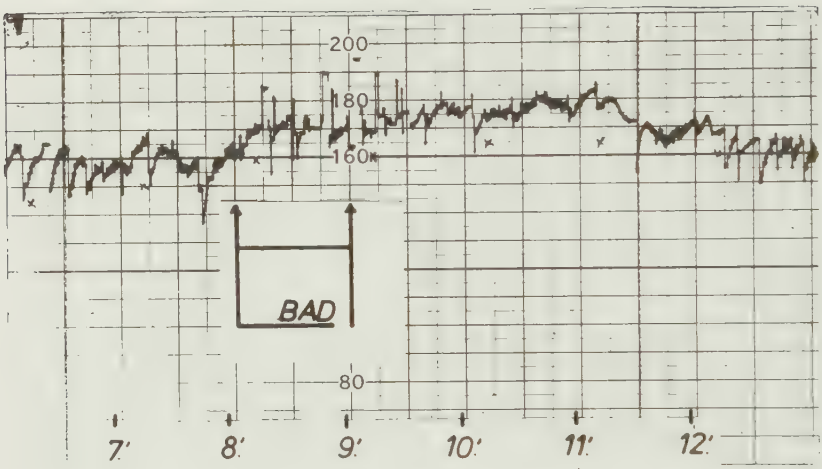

Abb. 12 Baden des Neonaten und Herzfrequenzveränderungen

quenzwert deutlich erkennbar auf 170 - 175 Schläge/min, was einer Steigerung von etwa 15 Schlägen/min entspricht. Diese reaktive Tachykardie bleibt noch etwa 3 Minuten bestehen. Die Basalfrequenz sinkt dann wieder auf das Ausgangsniveau ab und zeigt auch den gleichen Oszillationstyp wie zuvor.

3. Veränderung der Herzfrequenz, wenn das Kind zu schreien beginnt (Abb. 13)

Der Neonat beginnt auf dem abgebildeten Herzfrequenzmuster am Anfang der 9. Lebensminute zu schreien. Dabei wird häufig die Atmungsfrequenz unterbrochen, das Neugeborene hält den Atem an und zeigt in der Folgeperiode eine periphere Cyanose. Beginnend mit einer initialen

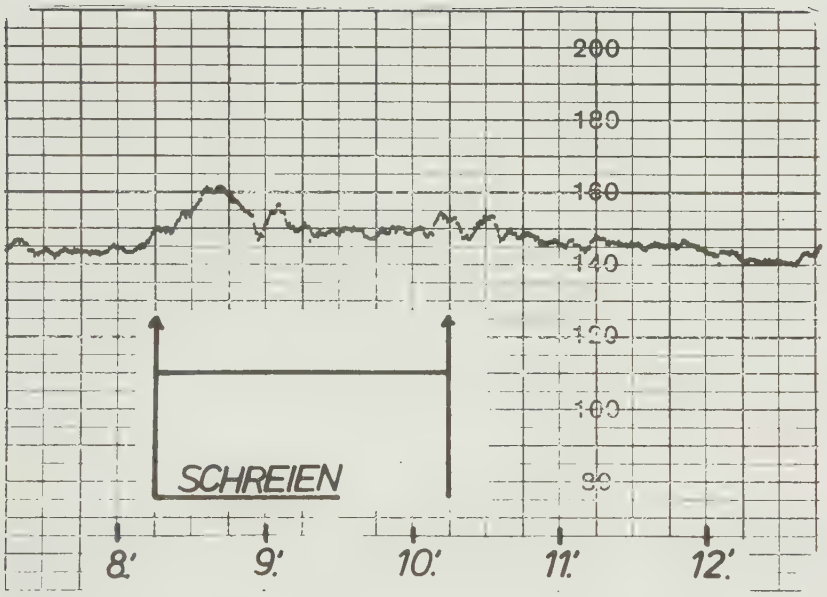

Abb. 13 Relative Erhöhung der Basalfrequenz beim Schreien des Neonaten

Akzeleration steigt die Basalfrequenz von 145 auf 150 - 155 Schläge/min an. Der anfangs eingeschränkt undulatorische Oszillationstyp wird zum rein undulatorischen. Nach Beendigung des Schreiens zeigt sich wieder der gleiche Oszillationstyp wie vor der 9. Minute post partum. Auch pendelt sich die Basalfrequenz wieder auf ihr vorheriges Niveau ein.

C. Herzfrequenz-, Oszillationsfrequenz- und Bandbreitenanalyse in den ersten 20 Minuten post partum

1. Herzfrequenzanalyse

Bei der Betrachtung eines als typisch zu bezeichnenden Herzfrequenzmusters (Abb. 14) lassen sich folgende Kriterien deutlich erkennen: Nach der Geburt wird eine initiale Tachykardie beobachtet, die im gezeigten Fall eine Höhe von 20 Schlägen/min erreicht. Dieses initiale Frequenzniveau dauert wenige Minuten an (in Abb. 14 etwa 3 Minuten). Danach setzt ein langsamer Frequenzabfall ein; im gezeigten Beispiel erkennt man 20 Minuten post partum eine Basalfrequenz von 135 - 140 Schlägen/min.

Abb. 14 Typisches Beispiel einer Herzfrequenzregistrierung
Die arabischen Ziffern in der Horizontalen beziehen sich auf die einzelnen postpartalen Lebensminuten des Neonaten. Die eingezeichneten Pfeile zeigen den Beginn (bzw., wenn mit einem Horizontalstrich verbunden, das Ende) der ärztlichen Tätigkeit oder von Lebensäußerungen des Neonaten an. Dabei beziehen sich die Horizontallinien nicht auf die Dauer jener Maßnahmen.

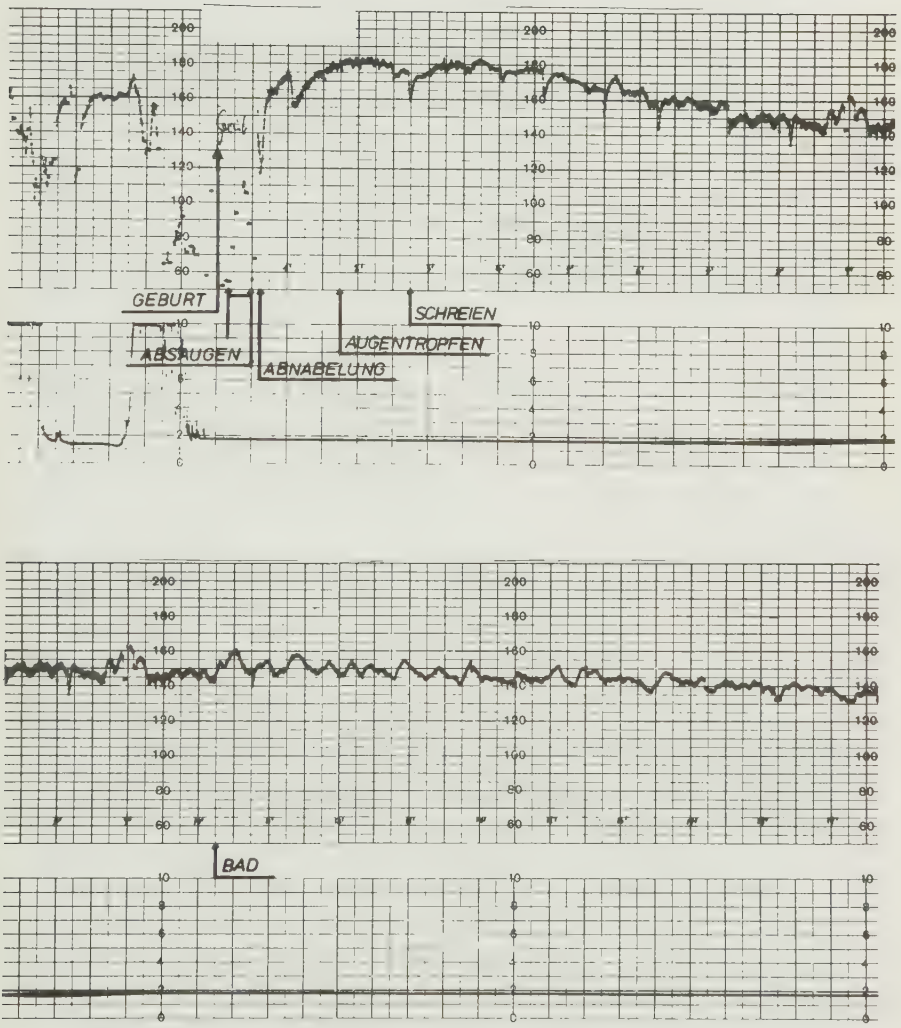

Abb. 14

DIE MITTELWERTE DER HERZFREQUENZ (HFQ) IN DEN ERSTEN 20 MINUTEN POST PARTUM MIT STANDARDABWEICHUNGEN

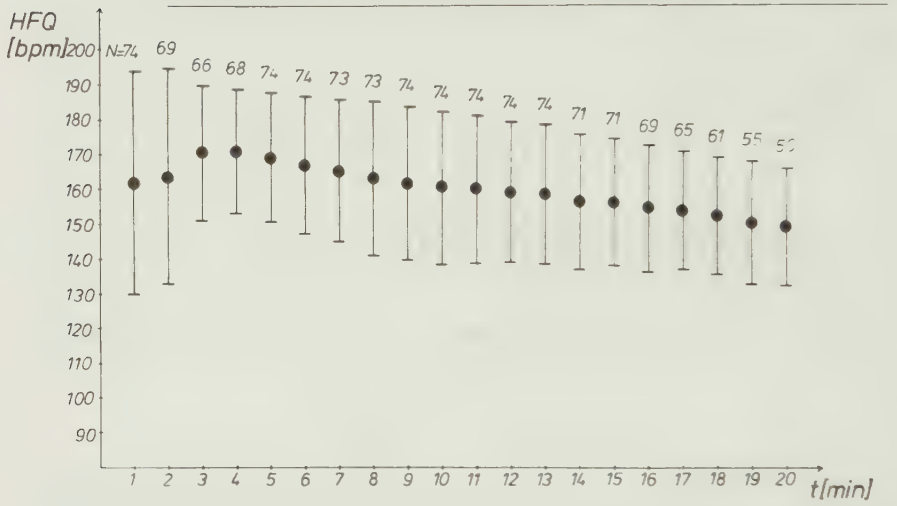

Abb. 15

Vergleicht man die Mittelwerte aller im Rahmen dieser Abhandlung untersuchten Neonaten, kann das vorher Erwähnte bestätigt werden (Abb. 15): Es zeigt sich auch hier ein deutlich ausgeprägter initialer Frequenzanstieg, der in der 3. und 4. Minute post partum seinen Höhepunkt hat und hier eine Art Plateau bildet. Das Maximum dieser initialen Tachykardie liegt im Mittelwert bei 171 Schlägen/min. Dieser Wert wird nach 3 Minuten erreicht. Die Dauer der postpartalen Herzfrequenzsteigerung kann mit etwa 10 Minuten angegeben werden. Nach diesem Zeitraum hat die Basalfrequenz wieder den Ausgangswert von ca. 160 Schlägen/min erreicht.

Die Standardabweichungen der Herzfrequenz zeigen in den beiden ersten Minuten post partum mit über 30 Schlägen/min noch eine erhebliche Streuung. An dieser Stelle muß verdeutlicht werden, daß die bradykarden Herzfrequenzen während der Dezelerationen separat ausgezählt wurden, also nicht in diese Analyse einbezogen wurden. Der höchste Wert des initialen Frequenzanstieges im Bereich der Standardabweichungen liegt in den durchgeführten Messungen bei 195 Schlägen/min. Schon in der 3. und 4. Lebensminute der Neonaten findet sich ein auffallender Rückgang der Streuung, die dann nur noch 10 % des Mittelwertes ausmacht.

Nach der 4. Minute post partum beginnt die Herzfrequenz langsam aber stetig abzufallen. Dieser Rückgang beträgt 1,5 - 2 Schläge/min, wenn man den Frequenzmittelwert für die einzelnen Minuten zugrundelegt. Die Standardabweichungen beginnen zwischen der 4. und 10. Lebensminute ständig leicht anzusteigen, erreichen aber mit 21 Schlägen/min bei weitem nicht die hohen Werte der beiden Anfangsminuten. Nach der 10. Minute post partum fallen sie wieder kontinuierlich ab. In der 20. Lebensminute des Neonaten beträgt der Wert für die Standardabweichung nur noch 16 Schläge/min. Das gesamte Frequenzmuster stabilisiert sich also deutlich. Der Mittelwert der Herzfrequenz liegt in der 20. postpartalen Minute bei 149 Schlägen/min.

Betrachtet man die 95 % Vertrauensgrenzen für die Herzfrequenzmittelwerte, so finden sich in einzelnen Lebensminuten des Neonaten folgende Werte:

		Mittelwert ($\bar{x}$) (Schläge/min)	95 % Vertrauensbereich von $\bar{x}$ (Schläge/min)
Lebensmin.	1.	162,2	154,5 - 169,7
d. Neonaten	4.	170,9	166,7 - 175,1
	20.	148,9	144,3 - 153,7

Unter der Annahme einer Normalverteilung der Herzfrequenzwerte in der 20. Minute können also mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit die Frequenzmittelwerte zwischen 144,3 und 153,7 Schlägen/min erwartet werden.

In Abb. 16 ist die Häufigkeitsverteilung der Herzfrequenzen in der ersten Minute post partum wiedergegeben. Es sind die Herzfrequenzwerte in Klassen von je 10 Schlägen/min aufgeteilt und die im Versuch erhaltenen Messungen diesen Einteilungen zugeordnet. Am häufigsten wurden Herzfrequenzen im Bereich der Klasse von 170 - 179,999 Schlägen/min mit einer Fallanzahl von 21 (28 % der Gesamtmessungen) beobachtet. Unterhalb dieses Gruppenhöchstwertes liegen 33, oberhalb 20 Herzfrequenzwerte.

Im Test von Kolmogorov-Smirnov wurde die Null-Hypothese (H_0 = Normalverteilung) mit 0,0027 Fehlerwahrscheinlichkeit verworfen.

Addiert man die Häufigkeit der Werte der einzelnen Gruppen, so erhält man eine kumulierte Verteilung, die in Abb. 16 einen typischen S-förmigen Verlauf hat. Eine Herzfrequenz von etwa 175 Schlägen/min entspricht einem Wert von ca. 70 % auf der kumulierten Verteilungskurve, d.h. 70 % der Messungen liegen unter 175 Schlägen/min.

Es zeigt sich keine Normalverteilung der Herzfrequenzwerte für die erste Minute post partum.

Die Percentilen für die Herzfrequenz in der ersten postpartalen Minute betragen:

1. Perc.	10. Perc.	50. Perc.	75. Perc.	90. Perc.	99 Perc.
29 bpm	105 bpm	172 bpm	180 bpm	189 bpm	204 bpm

(bpm = beat per minute)

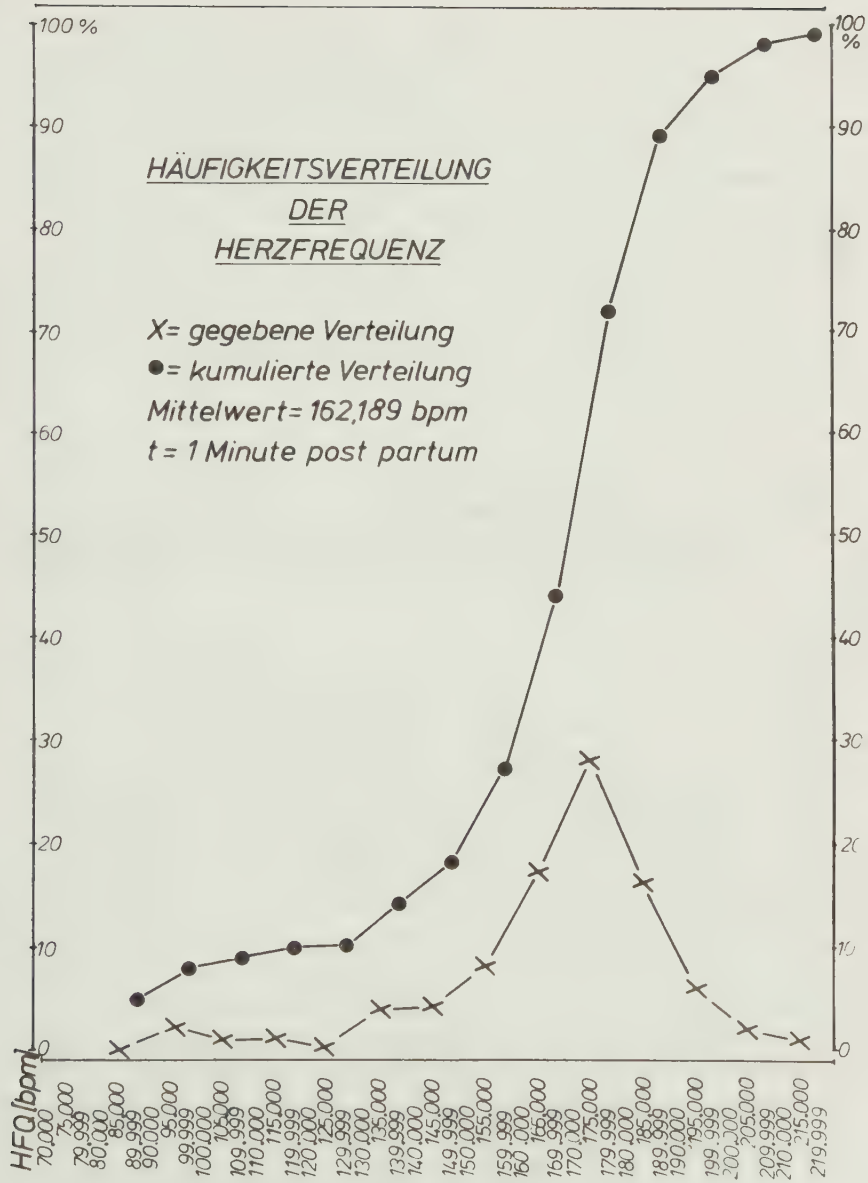
HÄUFIGKEITSVERTEILUNG
DER
HERZFREQUENZ
X= gegebene Verteilung
●= kumulierte Verteilung
Mittelwert= 162,189 bpm
t = 1 Minute post partum
100 %
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
HFQ (bpm)
70,000
75,000
79,999
80,000
85,000
89,999
90,000
95,000
99,999
100,000
105,000
109,999
110,000
115,000
119,999
120,000
125,000
129,999
130,000
135,000
139,999
140,000
145,000
149,999
150,000
155,000
159,999
160,000
165,000
169,999
170,000
175,000
179,999
180,000
185,000
189,999
190,000
195,000
199,999
200,000
205,000
209,999
210,000
215,000
219,999

Abb. 16

2. Oszillationsfrequenzanalyse

Der nächste Schritt der Untersuchungen galt den in den einzelnen Minuten ausgezählten Oszillationen (Abb. 17). Die Mittelwerte liegen in allen 20 Minuten post partum im Bereich von 6,2 und 7,2 Oszillationen/min. Die Kurve der $\bar{x}$-Werte zeigt ein Minimum in der 5. postpartalen Minute bei etwas mehr als 6 Osz/min, Maxima finden sich in der 9., 10. und in der 17. Lebensminute des Neonaten mit jeweils etwa 7 Osz/min. In der Mittelwertkurve der Anzahl der Oszillationen kann kein erkennbarer Trend beobachtet werden.

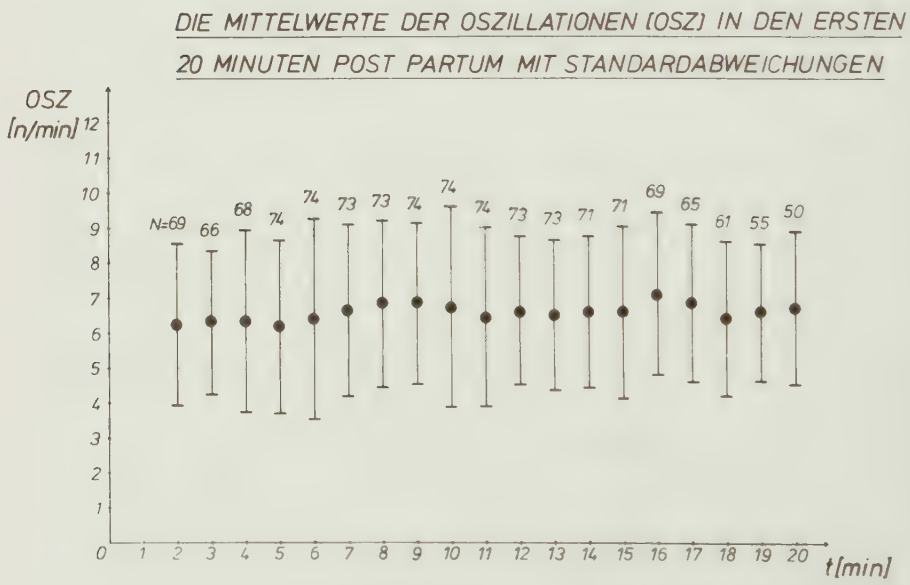

Abb. 17

Die Standardabweichungen liegen verhältnismäßig hoch. Sie reichen von 1,9 - 2,8 Osz/min, was prozentual 28 bzw. 42 % des Mittelwertes entspricht.

Die 95 % Vertrauensgrenzen für die Mittelwerte der Oszillationen liegen in der 2., 10. und 20. Lebensminute wie folgt:

		Mittelwert (Osz/min)	95 % Vertrauensbereich (Osz/min)
Lebensmin.	2.	6,2	5,7 - 6,8
d. Neonat.	10.	6,8	6,1 - 7,4
	20.	6,7	6,1 - 7,3

Die Percentilen der 12. Minute post partum betragen:

1. Perc.	10. Perc.	25. Perc.	50. Perc.	75. Perc.	90. Perc.	99. Perc.
1,5 Osz.	4,0 Osz.	5,0 Osz.	6,0 Osz.	8,0 Osz.	9,0 Osz.	11,0 Osz.

3. Bandbreitenanalyse

Bei den Mittelwerten der Bandbreiten (Abb. 18) in den einzelnen Lebensminuten der beobachteten Neonaten zeigt sich initial ein ähnlich hohes Bandbreitenspektrum, wie es schon vorher bei den Herzfrequenzmittelwerten gefunden worden war. Besonders in der direkten postpartalen Phase kann man, wie bereits erwähnt, die großen Herzfrequenzunterschiede beobachten, die im Anpassungsablauf der Herzfrequenz nach dem Geburtsstreß des Neonaten häufig zu finden sind. Man erkennt in der 2. Lebensminute des Neugeborenen (in der 1. Minute post partum wurden keine Messungen durchgeführt) ein initiales Bandbreitenmaximum von 35,74 bpm (1 cm auf der Herzfrequenzskala entspricht 20 bpm). Noch in der 3. Minute post partum ist der Bandbreitenmittelwert verhältnismäßig hoch und

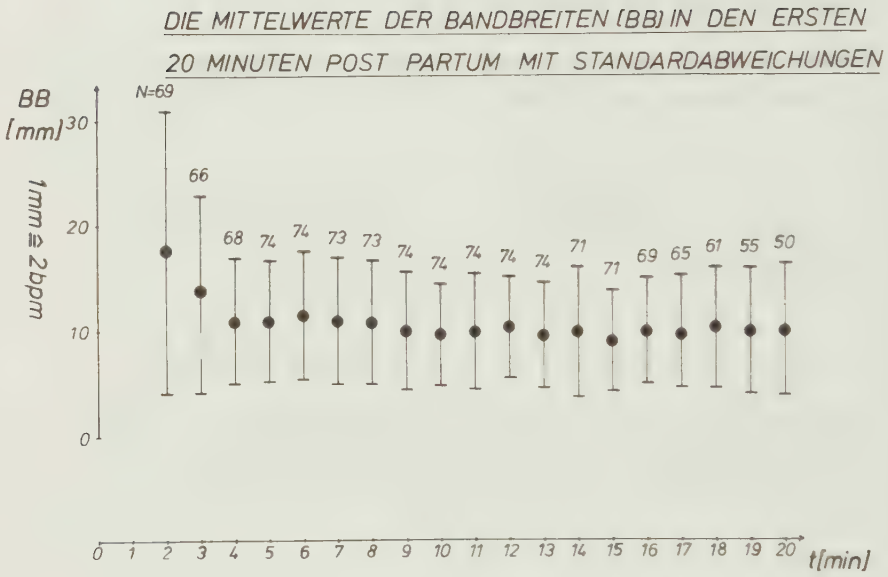

Abb. 18

liegt bei 28 bpm. In den folgenden 17 Lebensminuten der Neugeborenen pendelt sich dieser Mittelwert zwischen 18 und 23 bpm ein.

Die Standardabweichungen, die in der 2. Minute post partum mit 26 bpm und in der 3. Lebensminute mit 18 bpm noch sehr hoch sind, nehmen in der Folgezeit Werte um 11 bpm an.

Für die Mittelwerte der Bandbreiten liegen die 95 % Vertrauensgrenze in der 2., 10. und 20. Lebensminute der Neonaten folgendermaßen:

		Mittelwert (bpm)	95 % Vertrauensbereich (bpm)
Lebensmin.	2.	35,74	29,26 - 42,22
d. Neonat.	10.	19,58	17,38 - 21,80
	20.	20,24	16,80 - 23,70

D. Blutgaswerte der Neonaten

BLUTMITTELWERTE DER NEONATEN

MITTELWERT	*STD.ABW.*	*N*	
7.250	*0.084*	*68*	*Aktuelles p_H der Nabelarterie*
7.343	*0.078*	*73*	*Aktuelles p_H der Nabelvene*
50.121	*10.580*	*57*	*PCO_2 der NA.*
38.425	*7.991*	*61*	*PCO_2 der NV.*
19.376	*7.030*	*55*	*PO_2 der NA.*
29.093	*9.342*	*59*	*PO_2 der NV.*
15.691	*1.786*	*44*	*HÄMOGLOBIN-Wert der NA.*
16.479	*1.634*	*47*	*HÄMOGLOBIN-Wert der NV.*

Abb. 19

Abb. 19 zeigt die Mittelwerte der untersuchten Variablen im Nabelschnurblut aller beobachteten Neonaten für p_H, pCO_2, pO_2 und den Hb-Gehalt. Besondere Aufmerksamkeit erfordert der klinisch relevante p_H-Wert in der Nabelarterie. Hierzu soll die Häufigkeitsverteilung von 68 p_H-Messungen des Nabelarterienblutes beschrieben werden (Abb. 20).

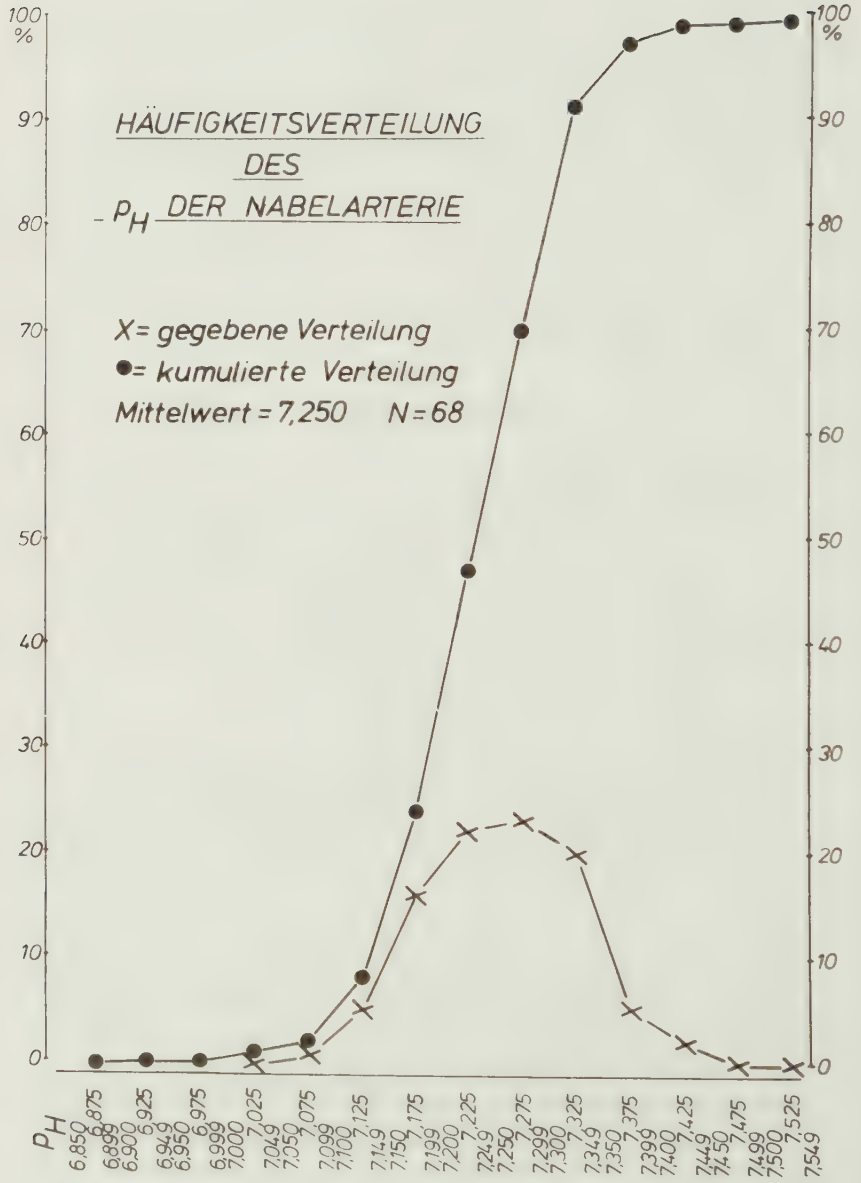
HÄUFIGKEITSVERTEILUNG
DES
- p_H DER NABELARTERIE
X= gegebene Verteilung
●= kumulierte Verteilung
Mittelwert = 7,250 N = 68
100 %
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
p_H
6,850
6,875
6,899
6,900
6,925
6,949
6,950
6,975
6,999
7,000
7,025
7,049
7,050
7,075
7,099
7,100
7,125
7,149
7,150
7,175
7,199
7,200
7,225
7,249
7,250
7,275
7,299
7,300
7,325
7,349
7,350
7,375
7,399
7,400
7,425
7,449
7,450
7,475
7,499
7,500
7,525
7,549

Abb. 20

Man erkennt in der prozentualen Verteilung eine Tendenz zur Ausbildung einer Gauß'schen Normalkurve. Das Maximum der gefundenen Häufigkeit liegt zwischen p_H 7,250 und p_H 7,299 mit 16 Messungen, was etwa 24 % aller Daten entspricht. Der p_H-Mittelwert im Blut der Nabelarterien ergibt auf der Summenkurve einen Wert von ca. 57 %. Die kumulierte Kurve bildet eine typische S-Form aus. Der höchste p_H-Wert, der gemessen wurde, liegt bei 7,411, der niedrigste bei p_H 7,000. Die ermittelten p_H-Messungen zeigen nur 6 Fälle von ausgeprägter Azidose, also einen p_H-Wert von unter 7,200. Das Azidoserisiko liegt bei 68 p_H-Messungen des Nabelarterienblutes bei 8,8 %. Aufgrund der geringen Anzahl an Azidosen erschien uns eine Selektionierung und gesonderte Auswertung wenig sinnvoll.

E. Rangkorrelationsanalyse der untersuchten Variablen und Regressionsanalyse

1. Korrelations- und Regressionsanalyse der Variablen Herzfrequenz und aktuelles p_H in der Nabelarterie (Abb. 21)

Man erkennt in Abb. 21 eine statistisch gesicherte Korrelation zwischen dem arteriellen aktuellen p_H-Wert und der Herzfrequenz in der 6., 7., 8. und 9. Minute post partum. Klinisch heißt dies, daß hohe p_H-Werte im Nabelarterienblut mit normalen Frequenzwerten und tiefe, also saure p_H-Werte mit erhöhten, also tachykarden Frequenzen assoziiert sind. Das höchste Maß der Korrelation beider Variablen zeigt sich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 0{,}0125$ in der 7. postpartalen Minute.

KORRELATIONSANALYSE mit folgenden zwei Variablen:

1. Herzfrequenz
2. Aktuelles p_H

in den ersten 20 Minuten post partum.

t[min]	KENDALL-RANG-KORRELATIONS-KOEFFIZIENT τ	STD.-ABW.	Z-WERT	α-WERT
1	0,00178	0,08293	0,0215	
2	– 0,07183	0,08562	– 0,8389	
3	– 0,06148	0,08781	– 0,7001	
4	– 0,16572	0,08633	– 1,9196	
5	– 0,14473	0,08293	– 1,7452	
6	– 0,17782	0,08293	– 2,1443	$\leq$ 0,025
7	– 0,21189	0,08358	– 2,5353	$\leq$ 0,0125
8	– 0,17502	0,08358	– 2,0941	$\leq$ 0,025
9	– 0,16802	0,08293	– 2,0267	$\leq$ 0,025
10	– 0,15880	0,08293	– 1,9148	
11	– 0,14781	0,08293	– 1,7823	
12	– 0,12153	0,08424	– 1,4426	
13	– 0,12445	0,08293	– 1,5006	
14	– 0,08235	0,08424	– 0,9776	

15-20: keine signifikanten Korrelationen

Abb. 21

Wenn man als bildhaftes Hilfsmittel die polynomialen Regressionsanalysen in diesen Lebensminuten des Neonaten heranzieht, wird eine bestehende, signifikante Korrelation noch deutlicher: (Abb. 22 - 25).

Abb. 22 - 25 Calcomb-Plott der empirischen Daten mit den angepaßten Polynomen 1. bis 2. Ordnung. Die Funktionen sind oben links mathematisch wiedergegeben.

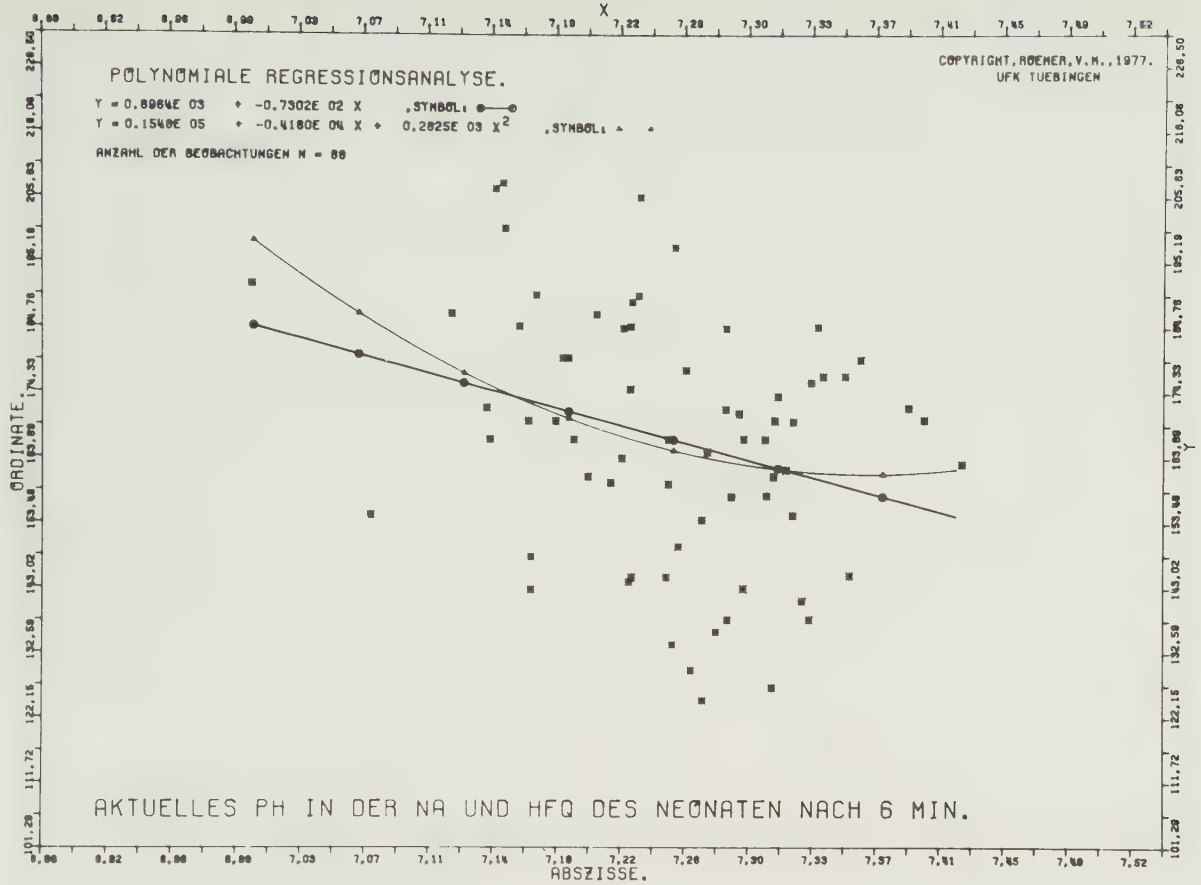
X
POLYNOMIALE REGRESSIONSANALYSE.
COPYRIGHT, RÖMER, V.M., 1977.
UFK TUEBINGEN
Y = 0.8984E 03 + -0.7302E 02 X ,SYMBOL: ●—●
Y = 0.1548E 05 + -0.4180E 04 X + 0.2825E 03 X2 ,SYMBOL: ▲ +
ANZAHL DER BEOBACHTUNGEN N = 88
ORDINATE.
ABSZISSE.
AKTUELLES PH IN DER NA UND HFQ DES NEONATEN NACH 6 MIN.

Abb. 22

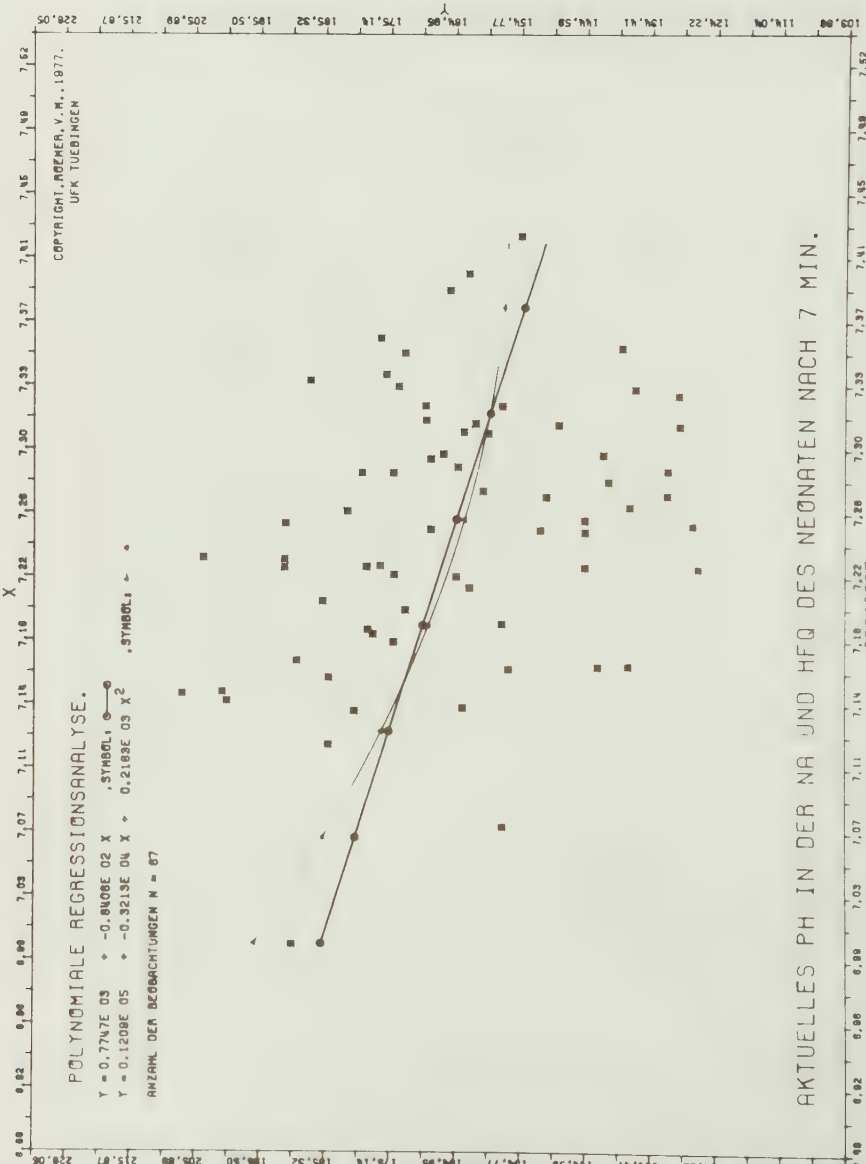
POLYNOMIALE REGRESSIONSANALYSE.
Y = 0.7747E 03 + -0.8408E 02 X ,SYMBOL: o—o
Y = 0.1208E 05 + -0.3213E 04 X + 0.2183E 03 X2 ,SYMBOL: +
ANZAHL DER BEOBACHTUNGEN N = 87
COPYRIGHT, ROEMER, V.M., 1977.
UFK TUEBINGEN
AKTUELLES PH IN DER NA UND HFQ DES NEONATEN NACH 7 MIN.
ORDINATE.
ABSZISSE.
X
Y

Abb. 23

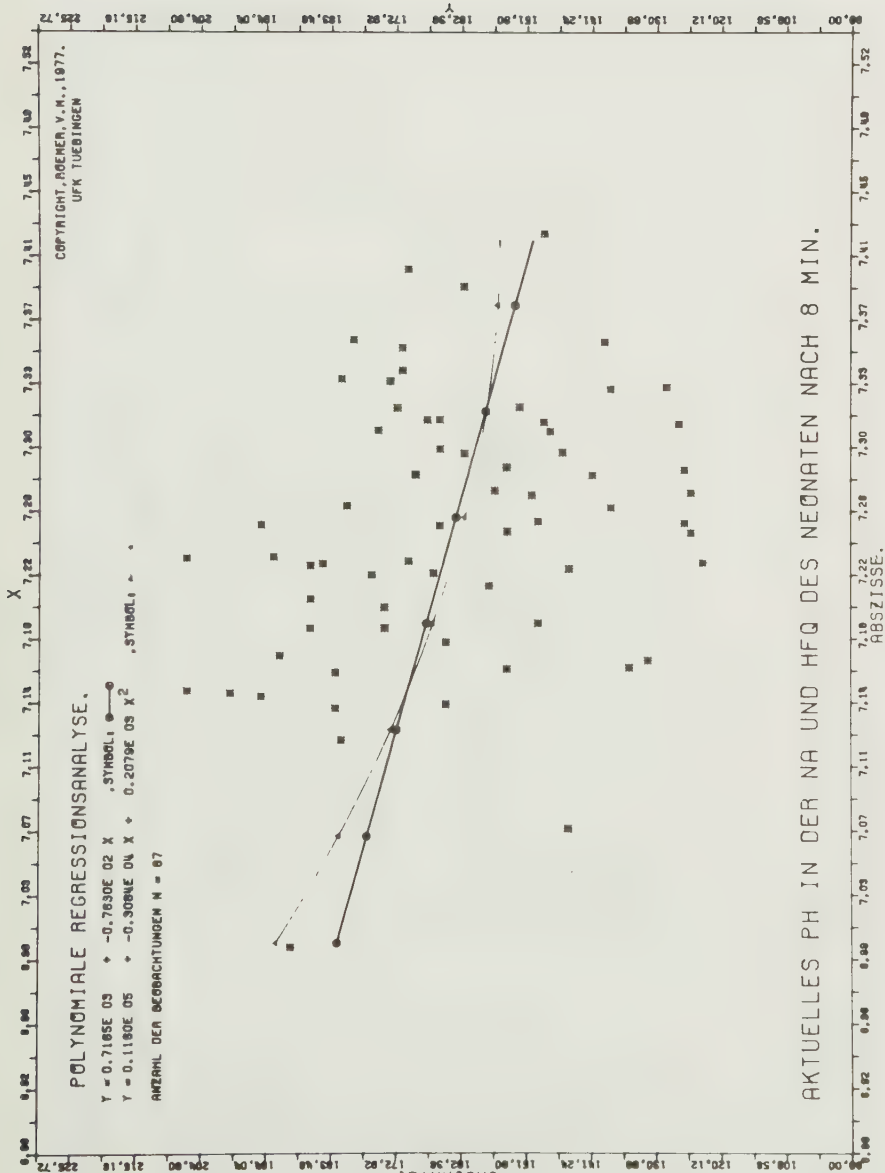
POLYNOMIALE REGRESSIONSANALYSE.
Y = 0.7165E 03 + -0.7030E 02 X + .SYMBOL: ●——●
Y = 0.1180E 05 + -0.3086E 04 X + 0.2079E 03 X2 + .SYMBOL: ▲ - ▲
ANZAHL DER BEOBACHTUNGEN N = 87
COPYRIGHT.ROEMER,V.M.,1977.
UFK TUEBINGEN
AKTUELLES PH IN DER NA UND HFQ DES NEONATEN NACH 8 MIN.
ORDINATE.
ABSZISSE.
X
Y

Abb. 24

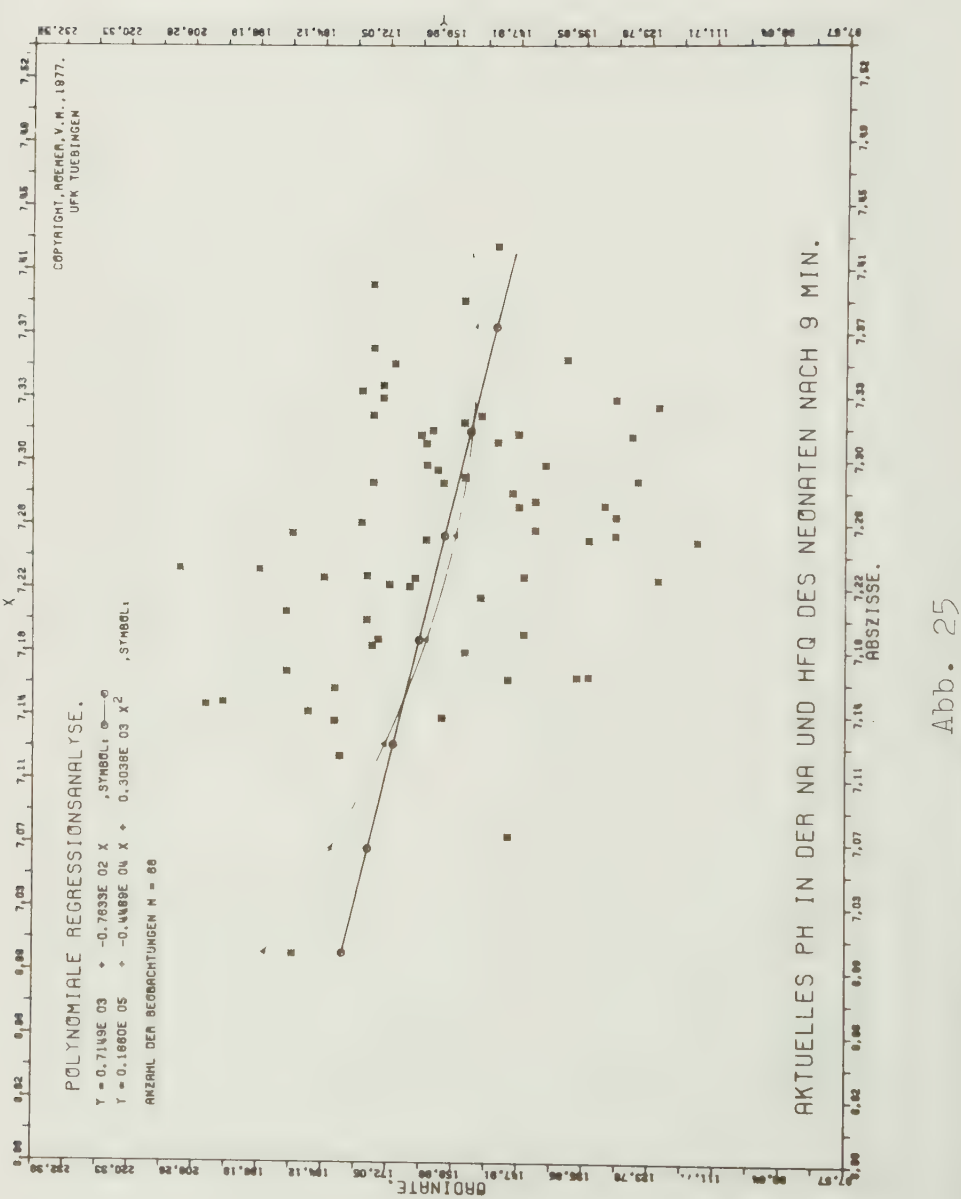
AKTUELLES PH IN DER NA UND HFQ DES NEONATEN NACH 9 MIN.
POLYNOMIALE REGRESSIONSANALYSE.
Y = 0.7149E 03 + -0.7693E 02 X ,STABL.
Y = 0.1680E 05 + -0.4489E 04 X + 0.3038E 03 X2 ,STABL.
ANZAHL DER BEOBACHTUNGEN N = 88
COPYRIGHT, ABEMER, V.M., 1977.
UFK TUEBINGEN
ORDINATE
ABSZISSE.

Abb. 25

2. Korrelations- und Regressionsanalyse der Variablen Oszillationsfrequenz und aktuelles p_H in der Nabelarterie (Abb. 26)

KORRELATIONSANALYSE mit folgenden zwei Variablen:

1 Oszillationsfrequenz

2 Aktuelles p_H

in den ersten 20 Minuten post partum.

t(min)	KENDALL-RANG-KORRELATIONS-KOEFFIZIENT τ	STD-ABW.	Z-WERT	α-WERT
1				
2	-0,00106	0,08562	-0,0124	
3	0,01702	0,08781	0,1938	
4	0,13900	0,08633	1,6101	
5	0,04482	0,08293	0,5404	
6	0,17707	0,08293	2,1352	≤ 0,025
7	0,20627	0,08358	2,4680	≤ 0,0125
8	0,25810	0,08358	3,0881	≤ 0,0025
9	0,15573	0,08293	1,8779	
10	0,22512	0,08293	2,7146	≤ 0,005
11	0,25364	0,08293	3,0585	≤ 0,0025
12	0,16525	0,08293	1,9927	
13	0,11396	0,08293	1,3742	
14	0,12178	0,08424	1,4456	
15	-0,05199	0,08706	-0,5972	
16	0,03567	0,08293	0,4783	
17	0,10845	0,08706	1,2457	
18	0,18362	0,08937	2,0546	≤ 0,025
19	0,17859	0,08706	2,0513	≤ 0,025
20				

Abb. 26

Auch hier zeigen die mit Hilfe der Rang-Korrelationsanalyse (τ) berechneten Werte eine deutliche Assoziation

der beiden Variablen miteinander zu verschiedenen Zeitpunkten. Wie bei der Korrelationsanalyse der beiden Variablen aktuelles p_H in der Nabelarterie und Herzfrequenz, findet sich eine signifikante Korrelation für die 6., 7. und 8. Minute post partum. Ferner stehen die beiden Variablen Oszillationsfrequenz und arterielles aktuelles p_H in der 10., 11., 18. und 19. Lebensminute des Neugeborenen in statistisch signifikanter Abhängigkeit. Folglich darf in diesen Zeiträumen bei einem hohen p_H-Wert im Blut der Nabelarterie eine größere Fluktuation der Herzfrequenz erwartet werden. Saure arterielle p_H-Werte können mit silenten Oszillationen assoziiert sein. Das höchste Maß der Korrelation zeigt sich in dieser Analyse in der 8. und 11. Minute post partum. Für diese beiden Minuten liegen die Irrtumswahrscheinlichkeiten bei $\alpha < 0{,}0025$. Auch hier kann die vorhandene Abhängigkeit beider Variablen durch die polynomiale Regressionsanalyse bildlich veranschaulicht werden (Abb. 27 - 30).

Abb. 27 - 30 Calcomb-Plott der empirischen Daten mit den angepaßten Polynomen 1. bis 2. Ordnung, deren mathematische Darstellung oben links wiedergegeben ist.

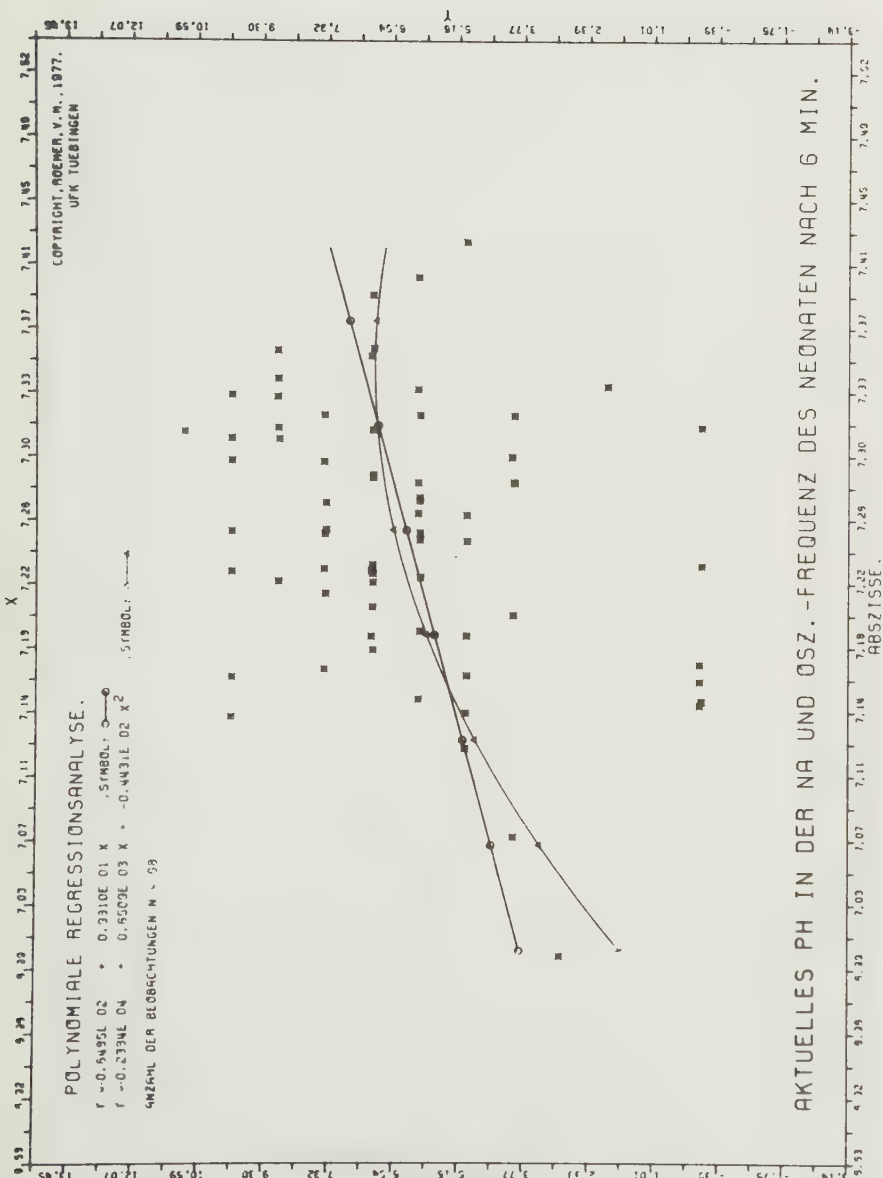
AKTUELLES PH IN DER NA UND OSZ.-FREQUENZ DES NEONATEN NACH 6 MIN.
POLYNOMIALE REGRESSIONSANALYSE.
ANZAHL DER BEOBACHTUNGEN N = 98
COPYRIGHT, ROEMER, V.M., 1977.
UFK TUEBINGEN
ORDINATE
ABSZISSE

Abb. 27

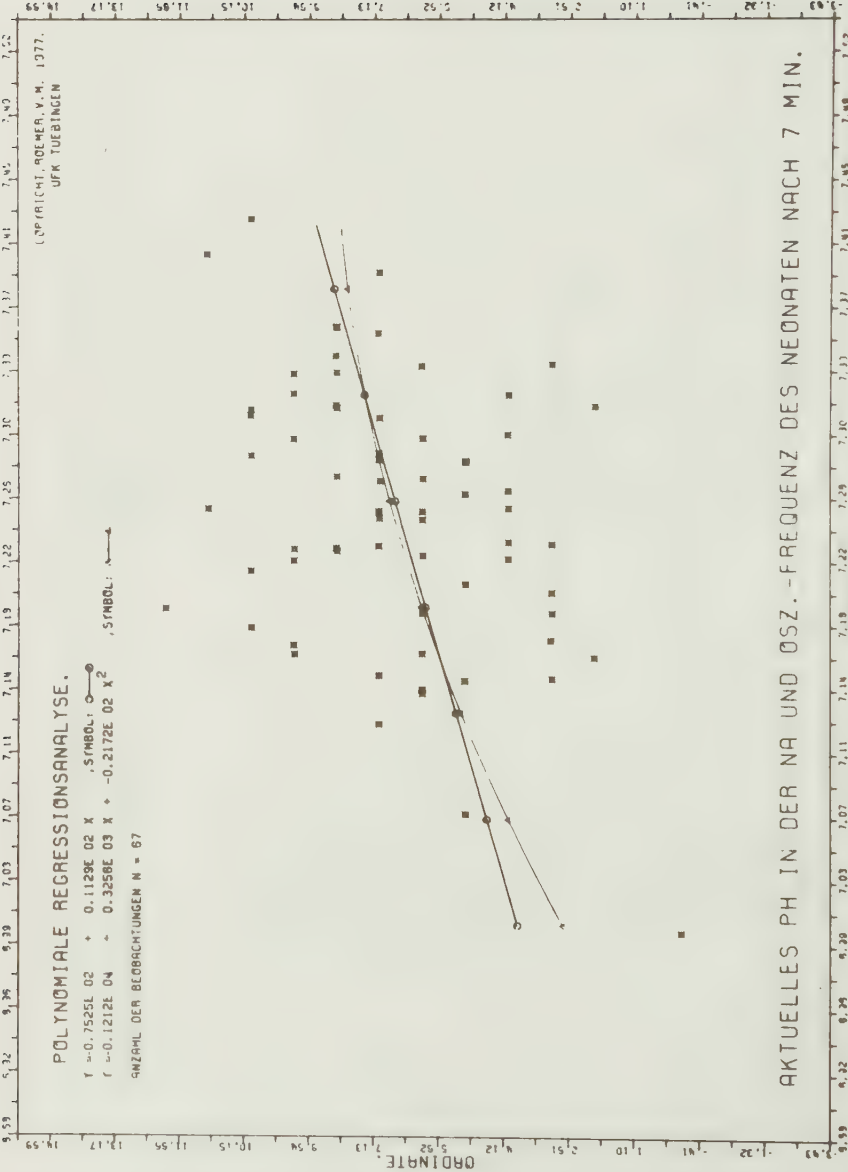
AKTUELLES PH IN DER NA UND OSZ.-FREQUENZ DES NEONATEN NACH 7 MIN.
POLYNOMIALE REGRESSIONSANALYSE.
ANZAHL DER BEOBACHTUNGEN N = 67
COPYRIGHT. ROEMER, V.M. 1977.
UFK TUEBINGEN
ORDINATE
ABSZISSE.
X
Y

Abb. 28

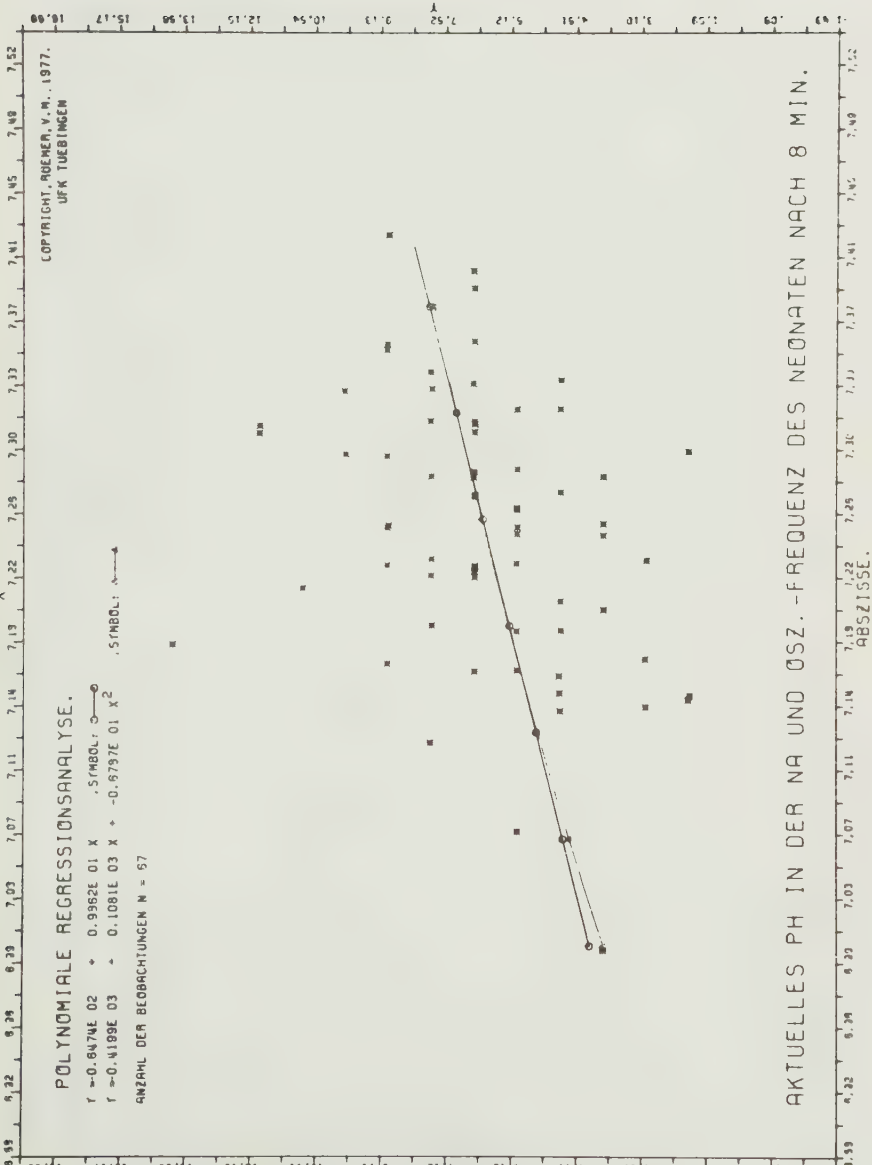
AKTUELLES PH IN DER NA UND OSZ.-FREQUENZ DES NEONATEN NACH 8 MIN.
POLYNOMIALE REGRESSIONSANALYSE.
r =-0.8474E 02 + 0.9962E 01 X .SYMBOL: o
r =-0.4199E 03 + 0.1081E 03 X + -0.6797E 01 X**2 .SYMBOL: +
ANZAHL DER BEOBACHTUNGEN N = 67
COPYRIGHT, ROEMER, V.M., 1977.
UFK TUEBINGEN
ORDINATE.
ABSZISSE.
X
Y

Abb. 29

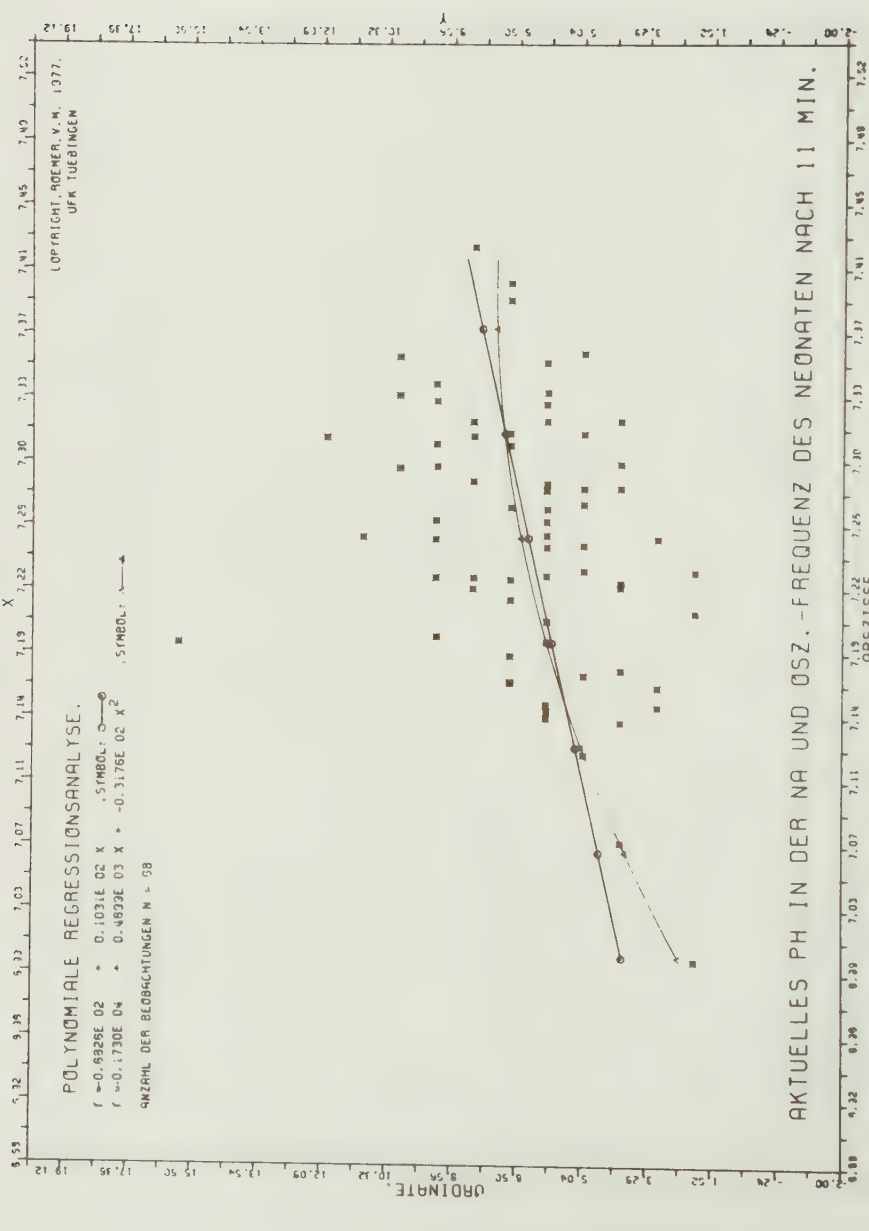
AKTUELLES PH IN DER NA UND OSZ.-FREQUENZ DES NEONATEN NACH 11 MIN.
POLYNOMIALE REGRESSIONSANALYSE.
ANZAHL DER BEOBACHTUNGEN N = 68
COPYRIGHT. ROEMER, V.M. 1977.
UFK TUEBINGEN
ORDINATE
ABSZISSE.

Abb. 30

3. Zusammenfassung beider Korrelationsanalysen

In beiden Anordnungen der Variablen (arterielles aktuelles p_H und Herzfrequenz, arterielles aktuelles p_H und Oszillationsfrequenz) finden sich in einigen Lebensminuten des Neonaten deutlich signifikante Korrelationen. Man kann statistisch nachweisen, daß in der 6. - 9. Minute post partum eine deutliche Assoziation des p_H-Wertes im Blut der Nabelarterie und der Herzfrequenz besteht. Eine signifikante Korrelation des aktuellen p_H-Wertes im Blut der Nabelarterie und der Oszillationsfrequenz ist in der 6. - 8., 10., 11., 18. und 19. postpartalen Minute erkennbar. Betrachtet man beide Korrelationsanalysen, so kann in den erwähnten Zeitabschnitten für die Herzfrequenz und das Oszillationsverhalten bei tiefem p_H im Nabelarterienblut eine Tachykardie und Silenz, bei hohem arteriellen aktuellen p_H-Wert eine Normokardie und gute Fluktuation erwartet werden.

IV. DISKUSSION

Für die Thematik dieser Arbeit, nämlich die Wertigkeit und klinische Aussagekraft der postpartalen Herzfrequenz, ist es wichtig zu betonen, daß die kontinuierliche Herzfrequenzregistrierung des Neonaten zweifellos eine Verbesserung der Zustandsdiagnostik darstellt. Dadurch ist eine gezielte Therapie schneller einzuleiten. Die Beurteilung der Herzfrequenz kann aber allein nicht für eine treffsichere Diagnostik als ausreichend gelten, sondern sie muß in Verbindung mit dem Säure-Basen-Parameter und der Atemfrequenz (Kardiorespirographie) gesehen werden (23).

Mit der klinischen Bewertung der postpartalen Herzfrequenz in den ersten Lebensminuten des Neonaten hat sich KLÖCK (20) genauer befaßt. Er nennt als Ursachen für die Tachykardie während der ersten 3 Minuten post partum, als auch für die relative Tachykardie gegenüber der Herzfrequenz ante und intra partum vier Gründe, die im Folgenden wörtlich wiedergegeben werden sollen.

"1. Die Druckentlastung des kindlichen Schädels.
2. Die Hypervolämie auf Grund einer mehr oder minder großen plazentaren Transfusion.
3. Die erhöhte Anforderung an das kindliche Herz auf Grund veränderter Kreislaufverhältnisse.
4. Die unmittelbar post partum noch vorliegende Hypoxie und Azidose."

Die Dauer der postpartalen Tachykardie ist unterschiedlich. Nach KLÖCK (20) stabilisiert sich die Herzfrequenz etwa 1/2 Stunde nach der Geburt bei 130 - 140 Schlägen/min. Dieser Wert kann durch die Messungen, die dieser Studie zugrunde liegen, bestätigt werden. Nach BRADY (7)

zeigt sich bei asphyktischen Neugeborenen eine höhere initiale Tachykardie als bei lebensfrisch geborenen Neonaten. Er erwähnt in seiner Arbeit bei asphyktischen Kindern Herzfrequenzwerte von 200 Schlägen/min in den ersten Lebensminuten. In unseren Daten fanden sich Werte von über 205 Schlägen/min, obwohl die Neugeborenen gesund und lebensfrisch waren, regelmäßig atmeten, einen 1 Min-Apgar von 10 und einen p_H-Wert im Blut der Nabelarterie von etwa 7,250 aufwiesen. BRADY (7) erwähnt einen starken Abfall der Herzfrequenz, wenn die Abnabelung des Neonaten vor dem Einsetzen der Spontanatmung geschieht. Nach Expansion der Lungen steigt die Herzfrequenz aber wieder rapid auf ca. 180 Schläge/min an. In etwa 25 % seiner untersuchten Neonaten korrelieren die postpartale Herzfrequenz in den ersten 5 Lebensminuten mit dem klinischen Status des Neugeborenen und dem Säure-Basen-Parameter während der Geburt. RÜTTGERS (30) erhält in seinen Untersuchungen der Herzfrequenz post partum einen Höchstwert (für $\bar{x}$) für die initiale Tachykardie, der bei 177 Schlägen/min liegt. Verglichen mit den Ergebnissen dieser Arbeit, liegt dieser Wert etwas höher, was vermutlich auf sein Patientengut, in dem keine Azidosen vorkamen, zurückzuführen ist. Nach RÜTTGERS (25) Ergebnissen fällt die tachykarde Herzfrequenz der Neonaten innerhalb der ersten 2 Stunden post partum signifikant ($r = 0,6$) ab. Der Herzfrequenzabfall ist in den ersten 40 Minuten post partum relativ groß, er beträgt ca. 20 Schläge/min. Dieser Wert wird in dieser Studie, wahrscheinlich auf Grund des unselektionierten Patientengutes (mit Azidosen) schon 20 Minuten nach der Geburt erreicht.

Die Oszillationstypen nach HAMMACHER (13, 14) werden auch von anderen Autoren auf die postpartale Phase des Neonaten übertragen (20, 22, 23). Nach KLÖCK (20) zeigt die Herzfrequenzkurve eines lebensfrisch geborenen Kindes mit normalem Säure-Basen-Status eine "unauffällige undu-

latorische Kurve", wie sie vom Autor häufig in Verbindung mit Spikes beobachtet wurde. Silente Oszillationen findet KLÖCK (20), wie durch die vorliegende Arbeit auch bestätigt, bei schwer asphyktischen Kindern mit einer hochgradigen Azidose.

PLESSE (23), der die Oszillationstypen genauer untersucht und den einzelnen Lebensminuten post partum zugeordnet hat, findet in den ersten Lebensminuten seiner Neonaten in der Mehrzahl der Fälle eine Fluktuationseinschränkung (eingeschränkt undulatorischer Typ nach HAMMACHER). Saltatorische Oszillationen korrelieren seiner Ansicht nach auch nicht mit einer Verschlechterung des kindlichen Befindens. Die Ursache von Spikes vermutet PLESSE (23) in "kurzzeitigen parasympathischen Einflüssen auf das ansonsten sympathikotone Erregungsmuster". Spikes oder Dip_o nach HAMMACHER weisen seiner Ansicht nach auf ein "Einpendeln des Gleichgewichts der Regelgrößen der Effektormechanismen im Regelkreis des kardiovaskulären Systems hin, eines Servomechanismus, der die Herzfrequenz des Neugeborenen reguliert".

Bestimmte Oszillationsmuster lassen sich nach den Beobachtungen in dieser Studie Aktivitätsphasen des Neugeborenen und Manipulationen am Kind zuordnen. Lebensäußerungen des Kindes, wie Schreien und Strampeln, bewirken häufig ein kurzzeitiges Ansteigen der Herzfrequenz und auch eine Veränderung des Oszillationstypus' (oft geht der rein undulatorische in den saltatorischen Oszillationstyp über). Auch nach dem endotrachealen Absaugen und dem Baden des Neugeborenen finden sich häufig diese Abweichungen im Herzfrequenzmuster. Eine deutliche Zunahme der Fluktuation und auch zum Teil länger anhaltende Akzelerationen findet RÜTTGERS (30) bei Neonaten, an denen eine Fersenblutentnahme und intramuskuläre Injektionen vorgenommen wurden. Er bestätigt ferner Beobachtungen dieser

Arbeit, daß besonders wache und aktive Neonaten im Gegensatz zu wachen und passiven Neugeborenen eine Vergrößerung der Herzfrequenzbandbreite zeigen. Im Gegensatz zum oben Erwähnten, kann aber auch das routinemäßige Absaugen der oberen Luftwege bei nasopharyngealer Reizung zu einer Dezeleration führen (9, 11, 23). Dezelerationen finden sich in den Ergebnissen dieser Arbeit in drei Fällen. Sie ereigneten sich nach eigenen Beobachtungen immer in den ersten 3 Lebensminuten des Neonaten. Nach der Meinung mehrerer Autoren (9, 11, 23) finden sich solche Dezelerationen später nur noch sehr selten.

In den bisherigen Ausführungen wird deutlich, daß die ständige Registrierung der Herzfrequenz das rechtzeitige Erkennen lebensbedrohlicher Anpassungsstörungen der neonatalen Herz-Kreislaufregulation erleichtert. Diagnostisch wichtig in der Beurteilung der postpartalen Herzfrequenz sind das Ansteigen der initialen Tachykardie, deren Dauer und der Zeitfaktor des ständigen Frequenzabfalles (23).

Diese Variablen werden wiederum durch Parameter des Säure-Basen-Status' im Nabelschnurblut beeinflußt, da eine Abhängigkeit der Dauer und Höhe der initialen Tachykardie von einer bestehenden Azidose bekannt ist (7, 11, 12, 20). Ein hoher Azidosegrad bewirkt eine hohe initiale Tachykardie, aber einen sehr viel langsameren Abfall der Herzfrequenz des Neonaten (7, 12, 20). KLÖCK (20) beobachtet zudem noch eine signifikante Häufung von silenten Herzfrequenzkurven bei Neonaten, die mit einer metabolischen oder kombinierten Azidose geboren wurden. Nach seinen Ergebnissen ist die Dauer des Herzfrequenzabfalles folgendermaßen mit den Apgar-Werten in Zusammenhang zu bringen: niedrige Apgarzahlen erhöhen die Zeit, die die Herzfrequenz des Neonaten bis zum Einpendeln auf 120 - 140 Schläge/min braucht (20). Die Zeit dieser Adaptationsphase ist

auch bei bestehender Asphyxie des Neugeborenen verlängert (7).

In dieser Studie wird eine Korrelation zwischen dem p_H-Wert der Nabelarterie und der Herzfrequenz bzw. Oszillationsfrequenz des Neonaten statistisch nachgewiesen und mit Hilfe von polynomialen Regressionsanalysen auch dynamisch dargestellt. Eine signifikante Korrelation zwischen dem p_H-Wert im Blut der Nabelarterie und der Herzfrequenz wird in der 6. - 9. Lebensminute des Neonaten, eine Abhängigkeit der Oszillationsfrequenz vom aktuellen p_H-Wert in der 6. - 8., 10., 11., 18. und 19. postpartalen Minute des Neugeborenen beobachtet. Anhand von p_H-Messungen des Nabelarterienblutes in den erwähnten Minuten, könnte also der Kliniker auch auf wahrscheinliche Herzfrequenzwerte und Fluktuationsmuster schließen.

Vereinfacht dargestellt bedeutet dies für die aufgezählten Lebensminuten des Neonaten:

Tiefes p_H im Blut der NA läßt Tachykardie und Silenz
hohes p_H im Blut der NA läßt Normokardie und gute Fluktuation erwarten.

Eine signifikante Korrelation zwischen dem Sauerstoffverbrauch und der Herzfrequenz des Neonaten beobachtet SCHUBRING (33) in den ersten 2 Stunden post partum. Bei seinen kardiorespirographischen Messungen bedingt eine größere O_2-Aufnahme eine höhere Herzfrequenz. Eine Abweichung der beiden Meßgrößen, Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme, signalisiert eine "vom Normalen abweichende Situation für den Organismus" (33), die diagnostisch abgeklärt werden muß. Natürlich kommen hohe Herzfrequenzen des Neugeborenen auch ohne Mitbeteiligung hoher Atemfrequenzen, z.B. beim Saugen des Kindes vor, ohne daß sie pathologische Bedeutung besitzen (24).

Ein statistisch belegbarer Zusammenhang von Herzfrequenz und Fluktuationsverhalten ante-, intra- und post partum besteht nach den bisherigen Forschungen nicht (23, 30). Die Varianz der Herzfrequenzmuster erscheint in den postpartalen Messungen zu groß, um eine Korrelation zu erhalten.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Untersuchungen war es, die diagnostische und prognostische Aussagekraft der neonatalen Herzfrequenz (NHF) in den ersten 20 Lebensminuten zu überprüfen. Zu diesem Zweck wurden spezielle aus Kunststoff gegossene Handschellenelektroden angefertigt und die neonatale Herzfrequenz (über die drei Standardableitungen nach EINTHOVEN) bei 74 Neonaten kontinuierlich registriert. Im Vordergrund der Herzfrequenzanalyse stand das Frequenzniveau, die Anzahl der Oszillationen und die Bandbreite in Schlägen/min. Diese Daten wurden statistisch in Beziehung gesetzt zu dem aktuellen p_H in der Nabelarterie und den klinischen Gegebenheiten. Die Daten wurden auf Lochbelege übertragen und mit Hilfe eines IBM-Systems 370/135 analysiert.

Es fand sich eine statistisch signifikante Korrelation (Rangkorrelationskoeffizient τ nach KENDALL) zwischen dem Frequenzniveau in der 6. - 9. Lebensminute und dem aktuellen p_H gemessen im Nabelarterienblut. Die Anzahl der Oszillationen/min war mit dem aktuellen p_H-Wert in der Nabelarterie signifikant assoziiert in der 6. - 8., der 10., 11., 18. und 19. postpartalen Minute. Für die Bandbreite fand sich keine eindeutige Korrelation mit dem aktuellen p_H. Die Beeinflussung der neonatalen Herzfrequenz durch Lebensäußerungen (Schreien, Strampeln) und iatrogene Manipulationen (Absaugen des Nasen-Rachenraumes, Baden, Wickeln etc.) wird an einigen typischen Beispielen beschrieben.

Aus den Untersuchungen wird der Schluß gezogen, daß

1. das vorgelegte Instrumentarium geeignet erscheint, die postpartale Herzfrequenz unmittelbar nach dem Geburtsvorgang innerhalb von 20 - 30 Sekunden zu-

verlässig aufzuzeichnen,

2. für die NHF ein Höchstmaß an Assoziationen mit dem Status praesens des Neugeborenen nicht unmittelbar nach der Geburt, sondern nach 6 - 9 Minuten gegeben ist.

Dies bezieht sich vor allen Dingen auf das Frequenzniveau, wie auf das Oszillationsgeschehen. Typische Veränderungen, die eine gestörte neonatale Adaptation widerspiegeln, sind Tachykardie und Fluktuationsverlust. Bei schweren Depressionszuständen mit tiefen p_H-Werten im Nabelarterienblut muß auch mit anhaltenden Bradykardien gerechnet werden.

Die postpartale Herzfrequenzregistrierung in der aufgezeigten Form ist leicht zu handhaben, ungefährlich und vor allen Dingen bei Risikogeburten von hohem diagnostischem Wert im Hinblick auf den Erfolg der primären Reanimation.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Adamsons, K., Behrmann, R., Dawes, E. S., James, L. S., Koford, C.:
Wiederbelebung durch positive Druckbeatmung und Tris-hydroxymethylaminomethan von Rhesusaffen, die nach der Geburt asphyktisch gemacht wurden.
J. Paediat. 65, 807 (1964)

2. Adkinson, C. D., Berg, W. K.:
Cardiac deceleration in newborns: Habituation, Dishabituation, and offset responses. J. exp. child. psychol. 21, 46 - 60 (1976)

3. Apgar, V.:
A proposal for a new method for evaluation of the newborn infant. Curr. Res. Anesth. 32, 260 (1953)

4. Berg, D., Dörrler, E.:
Das Verhalten des Säure-Basen-Haushalts am ersten Lebenstag unter besonderer Berücksichtigung der ersten Lebensminuten. Geburtshilfe und Frauenheilkunde 29, 980 - 994 (1969)

5. Berg, D., Kubli, F.:
Probleme der Asphyxie-Behandlung Neugeborener.
Gynaecologia (Basel) 158, 201 - 206 (1964)

6. Berg, D., Saling, E.:
Kritische Betrachtung der Zustandsdiagnostik beim Neugeborenen nach einem Punktsystem. Z. Geburtshilfe u. Frauenheilk. 23, 238 (1968)

7. Brady, I. P., James, L. S.:
Heart rate changes in the fetus and newborn infant during labor, delivery, and the immediate neonatal period. Americ. J. of Obstet. and Gynecol. 84, 1 - 2 (1962)

8. Bustos, R., Béjar, R., Arroyave, H., Jacomo, A.J.D., Burghi, M., Ramirez, F., Cordano, C., Curbelo, V., Guayasamin, D., Minetti, R., Guemberena, L., Caldeyro-Barcia, R.:
Heart rate in fetuses and neonates in normal conditions and with mild depression. J. of Perinat. Med. 3, 172 - 179 (1975)

9. Clifton, R.:
Heart rate conditioning in the newborn infant. J. exp. child psychol. 18, 9 - 21 (1974)

10. Cordero, L.:
Heart rate changes during the first hour of life. Biology of the neonate 20, 270 - 286 (1972)

11. Cordero, L., Hon, E. H.:
Neonatal bradycardia following nasopharyngeal stimulation. J. of Paediat. 78, 441 - 447 (1971)

12. Closs, H. P., Klöck, F. K., Schwenzel, W., Lamberti, G.:
Synchrone Aufzeichnung von Herzaktion und Atmung zur Überwachung des gefährdeten Neugeborenen. In Saling, E., Dudenhausen, I. W.: Perinatale Medizin 3, 5o2 - 508 Georg Thieme Verlag Stuttgart 1972

13. Hammacher, K.:
Die kontinuierliche elektronische Überwachung der fetalen Herztätigkeit vor und während der Geburt. In Käser, O., v. Friedberg, K. G., Ober, K., Thomsen, I., Zander, E.: Gynäkologie und Geburtshilfe 2, Thieme Stuttgart 1967

14. Hammacher, K., Hüter, K. A., Bokelmann, I., Werners, P. H.:
Foetal Heart Frequency and Perinatal Condition of the Foetus and Newborn. Gynaecologia 166, 349 - 360 (1968)

15. Hammacher, K., Werners, P. H.:
Über die Auswertung und Dokumentation von CTG-Ergebnissen. Gynaecologia 166, 410 (1968)

16. Harper, R. M., Hoppenbrouwers, T., Sterman, M. B., Mc Ginty, D. J., Hodgman, I.:
Polygraphic studies of normal infants during the first six months of life. Heart rate and variability as a function of state. Paediatric Research 10, 925 - 951 (1976)

17. Hon, E. H.:
Instrumentation of fetal heart rate an fetal elektrocardiography. Obstet. Gynec. 30, 281 - 286 (1967)

18. Hon, E. H., Zannini, D., Quilligan, E. I.:
The neonatal value of fetal monitoring. Am. J. Obstet. Gynecol. 122, 508 - 519 (1975)

19. James, L. S.:
Acidosis of the newborn and its relation to birth asphyxia. Acta paediat. 49, 17 - 28 (1960)

20. Klöck, F. K., Lamberti, G., Closs, H. P., Schwenzel, W., Austermann, R.:
Kindliches Kardiogramm unmittelbar post partum unter Berücksichtigung des Kardiotokogrammes sub partu und der Säurebasen-Parameter des Nabelschnurblutes. In Saling, E., Schulte, F. J.: Perinatale Medizin 2, 170 - 174, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1972

21. Morgenstern, I.:
Ein Kardiotokographie-Meßsystem zur kontinuierlichen Überwachung von Mutter und Fet vor, während und nach der Geburt. In Saling, E., Dudenhausen, J. W.: Perinatale Medizin 3, 433 - 438, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1972

22. Mosler, K. H.:
Fetale Herzaktion und Tokographie. Walter de Gruyter - Berlin - New York 1972

23. Plesse, R., Wilken, H. P.:
Die postnatale Überwachung des Neugeborenen durch Kardiotachographie. Zentralblatt für Gynäkologie 99, 603 - 608 (1977)

24. Prechtl, H. F. R.:
Apparative Überwachung physiologischer Parameter post partum. In Saling, E., Schulte, F. J.: Perinatale Medizin 2, 216 - 219, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1972

25. Riegel, K.:
Die Wertigkeit einiger diagnostischer und therapeutischer Verfahren bei der Betreuung von Neugeborenen post partum. Der Gynäkologe 7, 44 - 51, Springer Verlag 1974

26. Roemer, V. M.:
Verbesserung der Apgar-Zahl. In Dudenhausen, J. W., Saling, E.: Perinatale Medizin 6, 280 - 285 (1975)

27. Roemer, V. M., Sänger, V., Elsenberger, T.:
Die Struktur der Apgar Zahl in der elektronischen Analyse. Teil 1: Fehlerbreite und Variabilität. Geburtsh. und Frauenheilk. 34, 649 - 663 (1974)

28. Roemer, V. M., Sänger, V., Elsenberger, T.:
Die Struktur der Apgar-Zahl in der elektronischen Analyse. II. Korrelation mit dem Säure-Basenhaushalt und anderen Parametern. Arch. Gynäk. 217, 85 - 111 (1974)

29. Roemer, V. M., Szalmay, G., Favre, M., Jochum, L.:
Praktische und theoretische Gesichtspunkte bei der elektronischen Verarbeitung von Daten aus der Kalposkopie, Cytologie und Histopathologie. Arch. Gynäk. 220, 19 - 33 (1975)

30. Rüttgers, H., Lorenz, U., Haller, U., Flesch, H., Kubli, F.:
Kontinuierliche postpartale Herzfrequenz. In Dudenhausen, J. W., Saling, E.: Perinatale Medizin 4, 486 - 490, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1973

31. Saling, E.:
Den Kliniker interessierende Fragen. In Dudenhausen, J. W., Saling, E.: Perinatale Medizin 4, 249 - 252, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1963

32. Schubring, Ch., Michel, C. F.:
Beziehung zwischen Sauerstoffverbrauch, Herzfrequenz, Atemfrequenz und Werten der Blutgasanalyse bei gesunden Neugeborenen. In Dudenhausen, J. W., Saling, W.: Perinatale Medizin 4, 312 - 314, Georg Thieme Verlag Stuttgart 1974

33. Schubring, Ch., Michel, C. F., Höbel, W.:
Oxygen consumption, heart rate and rectal temperature in healthy newborns during the first two hours after birth. J. of Perinat. Med. 4, 72 - 79 (1976)

34. Siegel, S.:
Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Mc Graw-Hill Book Company, Inc 1956

35. Spiegel, M. R.:
Theory and Problems of Statistics. Mc Graw-Hill International Book Company, New York, 1972

36. Stemman, E., Kosche, F., Icks, U., Albrecht, H., Lemburg, P., Schmidt, E.:
Registrierung der momentanen Herzfrequenz, eine neue Methode zur Überwachung gefährdeter Kinder. Monatsschr. Kinderheilk. 122, 596 - 598 (1974)

37. Swoboda, H.:
Buch der modernen Statistik. Droemersche Verlagsanstalt München/Zürich 1974

38. Urbach, J. R., Phuwichit, B., Zweizig, H., Millican, E., Carrington, E. R., Loveland, M., Williams, J. M., Lambert, R. L., Duncan, A. M., Farrell, S. L., Simons, P. O., Spurgeon, J. L.:
Instantaneous heart rate pattern in newborn infants. Amer. J. Obstet. Gynec. 93, 965 - 974 (1965)

39. Välimäki, I.:
Tape Recordings of the Elektrocardiogramm in newborn infants. Acta Paediatrica Skandinavia 199, 28 - 44 (1969)

40. Vallbona, C., Desmond, M. M., Rudolph, A. I., Pap, L. F., Hill, R. M., Franilin, R. R., Rush, C. B.:
Cardiodynamic studies in the newborn. Biol. Neonat. 5, 159 (1963)

An dieser Stelle danke ich Herrn Privatdozent
Dr. V. M. Roemer für die Überlassung des Themas und
die freundliche Unterstützung bei der Bearbeitung.
Mein Dank gilt auch den Mitarbeitern der EDV-Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen.

LEBENSLAUF

Am 7. Juli 1946 wurde ich, Peter Gieren, als Sohn des Kaufmanns Adolf Gieren und seiner Ehefrau Veronika Gieren geb. Könitzer, in Coburg geboren. Dort besuchte ich auch die Volksschule, wechselte dann auf das Gymnasium Albertinum Coburg über, wo ich am 21. Juli 1967 mein Abitur ablegte.

Vom Oktober 1967 bis März 1969 leistete ich bei der Bundeswehr meinen Grundwehrdienst ab.

Im Sommersemester 1969 studierte ich ein Semester an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen. Nach folgenden zwei Semestern an der Pädagogischen Hochschule Reutlingen, wo ich Geschichte und Politik belegte, bekam ich meine Zulassung zum Studium der Zahnmedizin an der Universität Heidelberg. Dort legte ich nach zehn Semestern Studium am 17. Dezember 1975 mein Staatsexamen ab.

Seit 1. Februar 1976 bin ich als Zahnarzt an der Zahnklinik der Allgemeinen Ortskrankenkasse Reutlingen beschäftigt.